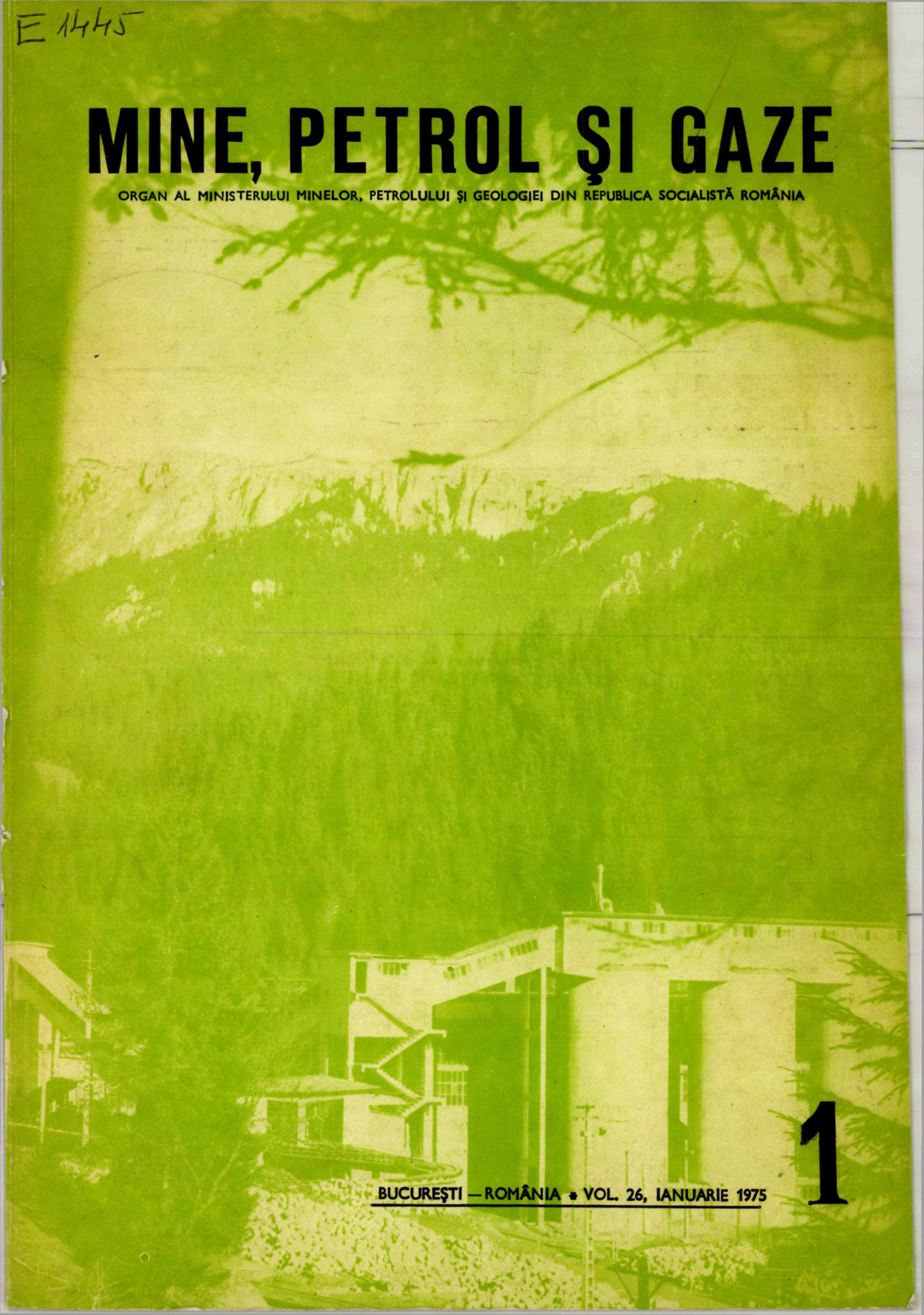
E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



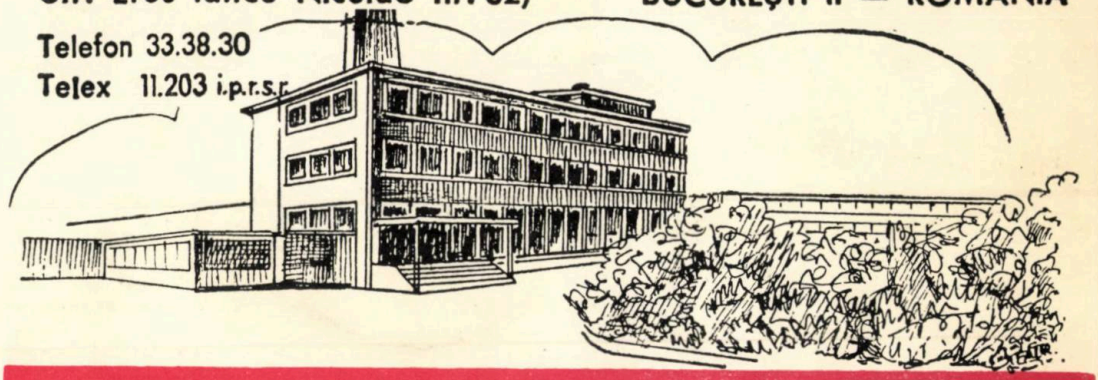
BUCUREŞTI — ROMÂNIA • VOL. 26, IANUARIE 1975

1

ÎNTREPRINDEREA DE PIESE RADIO ŞI SEMICONDUCTORI BĂNEASA

IPRS BĂNEASA

Str. Erou Iancu Nicolae nr. 32, BUCUREŞTI II — ROMÂNIA
Telefon 33.38.30
Telex 11.203 i.p.r.s.r.



CONDENSATOARE

- polistiren (tip styroflex)
- poliester metalizat
- hîrtie
- electrolitice

TRANZISTOARE CU Ge ŞI Si

- de joasă frecvenţă
- de înaltă frecvenţă
- de putere

DIODE

- de semnal şi comutaţie
- redresoare
- redresoare pentru curenţi mari
- stabilizatoare de tensiune
- de putere cu Si

CIRCUITE INTEGRATE

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 1 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

MŰSZAKI KÖ... OSZÁGOS KÖ... 18...

CUPRINS

Paraschiv, D. **Cîteva probleme referitoare la Carboniferul din Platforma moesică** 5

Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C., Motaş, L. şi Balteş, N. **Studiul microfacial al depozitelor calcaroase jurasice superioare şi cretacice inferioare din centrul Platformei moesice** 9

Păsărin, C., Mureşanu, V. şi Ştefan, A. **Consideraţii privind folosirea utilajelor de carieră** 15

Sîngeorzan, V. şi Oşan, V. **Centrarea benzilor — un factor important în creşterea duratei lor de funcţionare şi de lărgire a domeniului de folosire a transportoarelor cu bandă** 20

Stănescu, V. **Contribuţii la studiul litologic al pliocenului din zona Independenţa** 25

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. şi Fornazier, E. **Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă în formaţiunile traversate la injecţia ciclică de abur (I)** 31

Jurca, G. **Despre iazurile de decantare a sterilului de la uzinele de preparare a minereurilor** 36

Coculescu, M. **Preocupări privind realizarea unui aparat modern pentru determinarea concentraţiilor de praf respirabil** 38

Someşan, C. **Alegerea dimensiunilor optime ale spaţiului de lucru pentru maşina de încărcat MIS-1P** 43

Dascălu, C. şi Rancea, Gh. **Sinteză privind experienţa exploatării rezervelor de cărbune sub cursuri şi acumulări de apă** 44

Informaţii

Ştiri

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**, *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

C.Z. 551.735

Paraschiv, D. *Cîteva probleme referitoare la Carboniferul din Platforma moesică*

În articol se discută trei probleme care interesează stratigrafia carboniferului din Platforma moesică: limita dintre Devonian şi Carbonifer; magmatismul din timpul Carboniferului; vîrsta seriei detritice a Carboniferului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.762;763

Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C., Motaş, L. şi Balteş, N. *Studiul microfacial al depozitelor calcaroase jurasice superioare şi cretacice inferioare din centrul Platformei moesice*

Ansamblul caracterelor petrografice şi paleontologice ale unor probe de sondă extrase din partea centrală a Platformei moesice a condus la separarea de microfaciesuri distincte, utile în cunoaşterea şi orizontarea de amănunt a succesiunii oxfordian-apţian şi în descifrarea condiţiilor de sedimentare din bazinul marin corespunzător.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.271.2

Păsărin, C., Mureşanu, V. şi Ştefan, A. *Consideraţii privind folosirea utilajelor de carieră*

Se analizează întreruperile în funcţionarea maşinilor şi utilajelor de la cariera Tismana, în scopul determinării rezervelor de capacitate de producţie. Se dă un exemplu de calcul din care rezultă creşterea timpului efectiv de funcţionare a sistemului la o mărire a duratei de funcţionare a utilajelor din sistem.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.647.2

Sîngeorzan, V. şi Oşan, V. *Centrarea benzilor — un factor important în creşterea duratei lor de funcţionare şi de lărgire a domeniului de folosire a transportoarelor cu bandă*

Se tratează problema centrării benzii transportoarelor cu role plate şi a celor cu rolele în formă de jgheab ţinînd cont de influenţa pe care o are înclinarea transportorului. Se analizează două variante de centrare a benzii, determinîndu-se raza minimă de curbare a benzii. Se recomandă diferite măsuri prin aplicarea cărora se măreşte efectul de centrare a benzii.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.77

Stănescu, V. *Contribuţii la studiul litologic al pliocenului din zona Independenţa*

În lucrare sînt prezentate rezultatele analizei litologice calitative şi cantitative a depozitelor pliocene din zona Independenţa (sud-estul Moldovei), utilizînd atît diagrafiile electrice standard ale sondelor, cît şi curbe geoelectrice de tendinţă.

Analiza se încheie cu concluzii referitoare la relaţia dintre parametrii litologici şi condiţiile de sedimentare, la mişcările oscilatorii ale fundamentului în timpul pliocenului şi la structura nisipurilor care determină constituirea capcanelor pentru hidrocarburi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.276

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. şi Fornazier, E. *Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă în formaţiunile traversate la injecţia ciclică cu abur (I)*

Se prezintă procesul termic care are loc la injecţia de abur în sondă. Se arată factorii de care depind pierderile de căldură din sondă, în formaţiunile traversate şi se recomandă diferite căi pentru reducerea acestor pierderi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Redacţia şi administraţia: Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, Oficiul de informare documentară (O.I.D.) str. Mendeleev nr. 36—38, Bucureşti, sectorul 1, telefon 330350/138.

Tiparul executat la I. P. „Informaţia" cu cda nr. 1702

C.Z. 622.7

Jurca, G. *Despre iazurile de decantare a sterilului de la uzinele de preparare a minereurilor*

În articol sînt redate generalităţi privind iazurile de decantare şi o propunere referitoare la amenajarea sondei inverse de evacuare a apei limpezite din iazuri.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 614.894

Coculescu, M. *Preocupări privind realizarea unui aparat modern pentru determinarea concentraţiilor de praf respirabil*

Se descrie aparatul tip CCSM Petroşani pentru determinarea concentraţiilor de praf din aer (totale şi respirabile) şi a conţinutului de SiO_2 liber din praful în suspensie, prin recoltări de scurtă şi lungă durată.

Se prezintă rezultatele obţinute la experimentarea aparatului şi multiplele avantaje pe care acesta le oferă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.619

Someşan, C. *Alegerea dimensiunilor optime ale spaţiului de lucru pentru maşina de încărcat MIS-1P*

Se efectuează un calcul din care rezultă secţiunea minimă a galeriei în care lucrează maşina de încărcat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.883

Dascălu, C. şi Rancea, Gh. *Sinteză privind experienţa exploatării rezervelor de cărbuni sub cursuri şi acumulări de apă*

Se prezintă cîteva date şi informaţii asupra reglementărilor referitoare la pilierii de protecţie din diferite ţări producătoare de cărbuni.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Informaţii

Cruceru, C. *Simpozion cu tema „Diversificarea şi modernizarea unor produse electrotehnice pentru industria minieră".*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Ştiri

CONTENTS

C.Z. 551.735

Paraschiv, D. *Some problems regarding the Carboniferous period from the Moesic Platform*

In the paper are presented three problems regarding the stratigraphy of Carboniferous from the Moesic Platform : the limit between Devonien and Carboniferous periods, the magmatism of the Carboniferous period, age of detrital series of Carboniferous period.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.762;763

Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C., Motaş L. and Balteş, N. *Microfacial study of limestone deposits from Upper Jurassic and Lower Cretaceous periods of the center of Moesic Platform*

The assemblage of petrographical and paleontological features of some core-samples from the center part of Moesic Platform led to distinct microfaçies separation, useful for detailed knowledge and horizon establishment of Oxfordian-Aptian succession as well as to making clear the sedimentary conditions from the involved marine basin.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.271.2

Păsărin, C., Mureşanu, V. and Ştefan, A. *Considerations on the use of quarry machinery*

Breaks down of the machinery from Tismana lignit quarry in view to establish output reserves are analysed. A calculation example is given to establish the increase of real operating time of system by raising the operating interval of machinery from the system.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.647.2

Sîngeorzan, V. and Oşan, V. *Belt centering — an important measure to increase the life and the application domain of belt conveyers*

The authors deal with the centering problem of belt conveyers with horizontal and trough-shape idlers as function of conveyer's slope. Two alternatives of belt centering and their minimum radius of curvature are analiysed. Measures to increase belt centering effect are recommended.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.77

Stănescu, V. *Contributions to lithologycal study of Plyocen from Independenţa zone*

In the paper are presented the results of qualitative and quantitative lithological analysis of plyocen deposits from Independenţa zone (South-East of Moldovia), with the help of both standard electric logging and trend geoelectric curves.

The analysis concludes the relation between the lithological parameters and sedimentary conditions regarding oscilating movements of the bottom during the Plyocen and the structure of the sands which generates hydrocarbon traps.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.276

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. and Fornazier, E. *Possibilities to diminish the heat losses into the rock drilled with cyclic steam jet* (I)

The thermal process which takes place at steam jet drilling is presented. The factors which influence the heat losses around the hole and recommendations to reduce these losses are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.7

Jurca, G. *About the setting-mud ponds from the ore dressing plants*

In the paper main problems are presented regarding the setting-mud ponds and a proposal is made on the manner of building a reverse well to discharge pure water from the ponds.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 614.894

Coculescu, M. *Concerns on the achievement of an up-to-date device for respirable dust measurement*

The author presents a dust sampling device type CCSM Petroşani for atmospheric air concentration (total and respirable) and free SiO_2 content by short and long term sampling. The experimental results and the advantages of this dust sampling device are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.619

Someşan, C. *Choice of optimum clearance for the loader MIS-1P*

The minimum drift section necessary for the operating space of the loader is calculated.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.838

Dascălu, C. and Rancea, Gh. *Synthesis of history cases regarding coal reserve exploitation under water-courses and ponds*

Some data and information are given on the regulations regarding safety pillars from various coal producing countries.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Information

Cruceru, C. *Symposium on the theme „Diversification and updating of some electric products intended for the mining industry"*

News

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 551.735

Параскив, Д. *Некоторые вопросы касающиеся Карбона Мёссийской платформ*

В статье рассмотриваются три вопроса, представляющих интерес для стратиграфии Карбон Мёссийской платформы: граница между Девоном и Карбоном; магматизи периода „Карбон" и возраст детритической толщи Карбонна.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.762;763

Костя, И., Комша, Д., Виноградов, К., Моташ, Л. и Балтещ, Н. *Изучение микрофациеса известняковых отложений верхнего юраса и нижнего мелового периода в центральной зоне Мёссийской платформ*

Петрографические и палеонтологические характеристики проб, извлекаемых из скважи пробуреннх в центральной зоне Мёссийской платформы способствовали отделени явных микрофациесов, что очень

полезно при изучении и детализации последовательных формаций оксфордско-апцианского периода и при расшифровке условий отложения морского бассейна.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1 1975

C.Z. 622.271.2

Пэсэрин, К., Мурешану, В. и Штефан, А. *Соображения о применении карьерного оборудования*

Рассмотриваются простои в работе машин и оборудования угольного карьера Тисмана, целях установлнеия свободных производсвенных мощностей. Приводится пример расчета, в результате которого видно как увеличивается продолжительность периода эффективной работы системы и отдельных типов оборудования системы.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.647.2

Сынджорзан, В. и Ошан, В. *Центральное расположение конвейерных лент — важный фактор увеличения срока их службы и расширения области применения ленточных конвейеров*

Рассматривается вопрос центрального расположение лент конвейеров, оснащенных плоскими или желобчатыми роликоопорами, учитывая вличние угля наклона установки конвейера. Рассмотриваются два варианта центрального расположения (центрирования) ленты, опредалив при этом минимальный радиус кривизны ленты. В качестве рекомендаций приводятся отдельные мероприятия, в результате применения которых удастся повысить эффективность центрирования ленты.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.77

Стэнеску, В. *Влкад в литологическом изучении плиоценных отложений зоны Индепенденца*

В работе представлены результате каличественного и качественного литологического анализ плиоценных отложений зоны Индепенденца (юго-западная часть Молдовы), с применение как стандартных электрических диаграфий скважин так и геоэлектрических кривых. Анализ заканчивается с рядом выводов, касающихся соотношений существующих между литологическими параметрами и условиями отножения, колебательного движения фундамента в периоде плиоцена и структуры песков с образованием углеводородов.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.276

Гуцу, Гр., Сокол, С., Константинеску, П. и Форназиер, Е. *Возможности уменьшения потерь тепла в скважине при цикличном нагнетании пород (I)*

Представлен тепловой процесс, протекающий при нагнетании пород в скважину. Указываются факторы влияющие на потери тепла в скважинах, в пересекаемые отложения и рекомендуются отдельные пути снижения этих потерь.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.7

Журка, Г. *О хвостохранилищах рудообогатительных фабрик*

В статье представлены обще сведения о хвостохранилищах и предложен метод установки обратного зонда откачки осветленной воды из отстойника.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 614.894

Кокулеску, М. *Представлен проведенные работ в целях создания современкого прибора определения безопасных содержаний пыли*

Описывается конструкция прибора тип ЧЧСМ Петрошань, используемого для определения концентраций пыл в воздухае (обща безопасная концентрация) и содержания свободного SiO_2 в пыли находящейся во взвешанном состаянии, путем кратковременных и продолжительных отборов проб. Представлены результаты, полученные в процессе испытания прибора и главные преимущества, которыми обладает этот прибор.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 25, nr. 1, 1975

C.Z. 622.619

Сомешан, К. *О подборе оптимальных размеров рабочего пространства для работы погрузочной машины типа МИС-1П*

Приводится расчет минимального поперечног осечения горной выработки в которой погрузка отбитой массы механизирована.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.838

Даскэлу, К. и Ранча, Г. *Обобщение опыта накопленного по вопроса под реками и водоёмами*

Представлены некоторые данные и информации, касающиеся норм защитных целиков в отдельных странах с развитой угольнои промышленности.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Информации

Кручеру, К. *Симпозиум по теме „Об увеличении сортиментов и модернизации электротехнических изделий применяемых в горноводывающей промышленности"*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Известия

SOMMAIRE

C.Z. 551.735

Paraschiv, D. *Quelques problèmes concernant le Carbonifère de la Plate-forme moesique*

Dans cet article on analyse trois problèmes qui intéressent la stratigraphie du Carbonifère de la Plate-forme moesique : la limite entre Dévoniene et Carbonifère ; le magmatisme dans la période du Carbonifère ; l'âge de la série détritique du Carbonifère.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.762 ;763

Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C., Motaş L. et Balteş, N. *L'étude microfaciale des dépôts calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du centre de la Plate-forme moesique*

L'ensemble des caractères pétrographiques et paléontologiques de quelques carottes extraits de la partie centrale de la Plate-forme moesique, a mené à la séparation des différents microfaciès nécessaires dans la connaissance et l'établissement detaillés des horisons pour la succession oxfordien-aptien, ainsi que le déchiffrage des conditions de sédimentation du basin marin correspondant.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.271.2

Păsărin, C., Mureşanu, V. et Ştefan, A. *Considérations sur l'emploi des outillages pour les carrières*

On analyse les interruptions dans le fonctionnement des machines et des outillages employés dans la carrière de lignite Tismana dans le but de la détermination des réserves, ayant en vue la capacité de production.

On donne un exemple de calcul qui montre la croissance du temps effectif de fonctionnement du système avec l'agrandissement de la durée de fonctionnement des outillages du système.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.647.2

Sîngeorzan, V. et Oşan, V. *Le centrage des bandes facteur important dans la croissance de leures durée de fonctionnement et de l'extension du domaine d'emploie des transporteurs à bande*

On traite le problème du centrage de la bande des transporteurs à rouleaux plates et de ceux à rouleaux en forme d'auge tenant compte de l'influence de l'inclinaison du transporteur. On analyse deux variantes de centrage de la bande, en déterminant le rayon minime du courbement de la bande. On récomande des différents mesures pour intensifier l'effet du centrage de la bande.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.77

Stănescu, V. *Contributions à l'étude lithologique du pliocène de la zone Independenţa*

Dans cet article sont prezentés les résultats calitatifs et cantitatifs de l'analyse lithologique des dépôts du pliocène de la zone Independenţa (sud-est de Moldova), utilisant les diagraphies électriques standard des sondes, autant que les courbes géoélectriques de tendance.

L'analyse s'achève par des conclusions qui concernent la rélation entre les paramètres lithologiques et les conditions

de sédimentation, aux mouvements oscillatoires du fondement dans le pliocène et à la structure du slabe qui détermine la constitution des trappes pétrolières.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.276
Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. et Fornazier, E. *Possibilités de réduction des pertes de chaleur de la sonde dans les formations traversées à l'injection cyclique à vapeurs* (I)

On présente le processus thermique qui a lieu à l'injection à vapeurs dans la sonde. On indique les facteurs auxquels dépendent les pertes de chaleur de la sonde, dans les formations traversées et on recomande des divers moyens pour la réduction de cettes pertes.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.7
Jurca, G. *Sur les étangs de décantation du stérile aux usines pour la préparation des minérais*

Dans cet article sont exposées quelques généralités concernant les étangs de décantation et une proposition qui se rapporte à l'aménagement de la sonde inverse pour l'évacuation de l'eau des étangs rendue claire.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 614.894
Coculescu, M. *Préocupations concernant la réalisation d'un appareil moderne pour la détermination des concentrations des particules de poussière respirable*

On décrit l'appareil type CCSM Petroşani pour la détermination des concentrations de poussière de l'atmosphère (totales et respirables) et au contenu de SiO_2 libre de la poussière en suspense par des récoltes de courte ou de longue durée.

On présente les résultats obtenus à l'experimentation de l'appareil et les avantages multiples qu'il présente.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.619
Someşan, C. *Le choix des dimensions optimes pour l'espace de travail pour la chargeuse MIS-1P*

L'article contient un calcul duquel résulte la section minime de la galerie dans laquelle travaille la chargeuse.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.838
Dascălu, C. et Rancea, Gh. *Synthèse cocernant l'experience de l'exploitation des dépôts de charbon sous les cours et les accumulations d'eau*

On présente quelques dates et informations sur les réglémentations concernant les piliers, dans des divers pays producteurs de charbon.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Informations

Cruceru, C. *Symposion sur la thème „Diversification et modernisation de quelques produits électrotechniques pour l'industrie minière".*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Nouvelles

INHALT

C.Z. 551.735
Paraschiv, D. *Einige Probleme betreffs des Karbons der moesischen Tafel*

Im Aufsatz wurden drei Probleme besprochen, welche für die Stratigraphie des Karbons der moesischen Platte interessant sind: die Grenze zwischen Devon und Karbon; der Magmatismus des Karbons; das Alter der Detritusserie des Karbons.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.762:763
Costea, I., Comşa, D., Vinogradov, C., Motaş, I. und Balteş, N. *Untersuchungen über das Mikrofazies der oberen Jurakalkablagerungen und der unteren Kreide im Zentrum der moesischen Platte*

Die petrographischen und paläontologischen Eigenheiten der Bohrkerne aus dem zentralen Teil der moesischen Tafel haben zur Bestimmung von verschiedenen Mikrofazien geführt, welche zur Bestimmung und Horizontierung der Oxford-Aptformationen sowie auch zur Entzifferung der Sedimentationsbedingungen im entsprechenden Meeresbecken, nützlich sind.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.271.2
Păsărin, C., Mureşanu, V. und Ştefan, A. *Betrachtungen über den Einsatz von Tagebaugeräten*

Es werden die Stillzeitstanden der Maschinen und Geräte im Tagebau Tismana analysiert, um die Leistungsrezerven festzustellen. Es wird ein Rechenbeispiel gegeben, aus welchem eine Steigerung der effektiven Arbeitszeit der Geräte hervorgeht.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.647.2
Sîngeorzan, V. und Oşan, V. *Die Zentrierung der Förderbänder — ein bedeutender Faktor für eine Steigerung deren Betriebszeit und für die Erweiterung des Arbeitsbereichs der Förderbänder*

Es wird die Frage der Zentrierung des Gummigurtes der Förderbänder mit gerader und gewölbten Tragrollen behandelt mit Bezug auf die Neigung des Förderbandes. Es werden zwei Varianten der Zentrierung analysiert, wobei der geringste Kurvenradius des Förderbandes festgestellt wird. Es werden verschiedene Maßnahmen zwecks Erhöhung des Zentriereffektes vorgeschlagen.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 551.77
Stănescu, V. *Beiträge zur lithologischen Untersuchung des Pliozens der „Independenţa" Zone*

Im Aufsatz sind die Ergebnisse der güte — und mengenmäßigen lithologischen Analyse der Ablagerungen des Pliozens der Independenţa Zone (im Süd-Osten der Moldau) dargelegt, welche mittels elektrischen Standarddiagraphien der Sonden sowie der geoelektrischen Kurven durchgeführt wurden. Es werden Schlußfolgerungen über die Beziehungen der lithologischen Parameter und der Ablagerungsbedingungen über die Schwankungen des Fundaments im Pliozen und über die Struktur der Sandschichten welche Kohlenwasserstoffe enthalten gezogen.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.276
Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. und Fornazier, E. *Möglichkeiten zur Verringerung der Wärmeverluste der Bohlöcher in den durchfahrenden Formationen bei der zyklischen Dampfeinspritzung* (I)

Der Aufsatz behandelt den thermischen Prozess bei Dampfeinspritzung ins Bohrloch und die Faktorien von welchen die Wärmeverluste beim Durchfahren der Formationen abhängen. Es werden Vorschläge zur Verringerung dieser Verluste gemacht.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.7
Jurca, G. *Über die Klärteiche der Waschberge bei Erzaufbereitungsanlagen*

Der Aufsatz enthält Allgemeines über die Klärteiche und einen Vorschlag über die Anordnung des Abflußrohres des klarere Wassers.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 614.894
Coculescu, M. *Der Bau eines modernen Apparates zur Feststellung der einatembarere Staubkonzentrationen*

Es wird von C.C.S.M. Petroşani gebauter Apparat zur Festellung der gesamten und einatembare Staubkonzentrationen und des freien SiO_2-Gehaltes beschreiben. Es werden die Ergebnisse der Experimentalversuche und die Vorteile des Apparates dargelegt.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.619
Someşan, C. *Wahl der optimalen Abmessungen des Arbeitsraumes für die Lademaschine MIS-1P*

Es wird der minimale Querschnitt der Strecken für die Lademaschine errechnet.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

C.Z. 622.838
Dascălu, C. und Rancea, Gh. *Synthese der Erfahrungen bei der Gewinnung von Kohlenvorräten unter Gewässern*

Es werden einige Daten und Informationen über die Bestimmungen beim Abbau von Sicherheitspfeilern in Ländern mit entwickelten Kohlenbergbau erläutert.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Informationen

Cruceru, C. *Symposium mit dem Theme: „Diversifizierung und Modernisierung von elektrotechnischen Erzeugnissen für den Bergbau"*
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 1, 1975

Naehrichten

Dr. geol. D. PARASCHIV
director general în M.M.P.G

Cîteva probleme referitoare la Carboniferul din Platforma moesică

Devonianul şi Carboniferul din Platforma moesică au făcut obiectul unui studiu stratigrafic, elaborat în 1972 şi publicat doi ani mai tîrziu [4]. De la data întocmirii acestui studiu şi pînă în prezent s-au efectuat cercetări suplimentare pe carotele existente în depozit şi au fost săpate numeroase sonde de prospecţiune şi explorare care au furnizat date noi referitoare, mai ales, la stratigrafia Carboniferului. Este vorba, în primul rînd, de forajele 13 Comana şi 5065 Negru Vodă, din Dobrogea de sud, la care s-a reexaminat conţinutul micropaleontologic al carotelor [3, 5], iar în al doilea rînd, de sondele săpate la nord de Craiova, în zona Brădeşti-Răcari-Coţofeni [6]. Informaţiile suplimentare obţinute permit unele reconsiderări şi discuţii în legătură cu Carboniferul din Dobrogea şi din fundamentul Cîmpiei române.

Limita Devonian-Carbonifer

În studiul stratigrafic al Devonianului şi Carboniferului din Platforma moesică, la vest de rîul Argeş [4], se atrage atenţia că pe această unitate structural-facială, problema limitei dintre Devonian şi Carbonifer rămîne deschisă, datorită lipsei de elemente paleontologice concludente. Nu-i mai puţin adevărat că în Carbonifer s-au putut stabili două zone microfaunistice şi anume, una caracteristică Tournaisianului, iar cealaltă specifică Viseanului. Din punct de vedere microfloristic însă, nu s-au găsit elemente palino-protistologice sigure decît pentru Visean. Mai mult, examinînd cu atenţie microfauna considerată tournaisiană s-a constatat că din toată asociaţia respectivă, singura formă caracteristică o constituie conodontul Syphonodella isosticha (Cooper), celelalte specii fiind neconcludente. Dar Syphonodella isosticha a fost citată numai în sectorul Călăraşi (sonda 13), unde Carboniferul înregistrează cea mai mare grosime din Platforma moesică. În condiţiile arătate, la vest de rîul Argeş, ultimele date certe din Devonian se opresc la nivelul Frasnianului, iar primele elemente sigur carbonifere încep din Visean. Între aceste două nivele, unde ar trebui să se plaseze limita dintre Devonian şi Carbonifer, rămîne o secţiune groasă de circa 200 m la vest de Argeş şi de circa 1 000 m în sectorul Călăraşi, interval lipsit aproape total de microfloră şi cu microfaună incertă.

La Brădeşti s-a săpat recent sonda 65, care a traversat formaţiunea carbonatată paleozoică pe o grosime de 770 m (fig. 1). Ultima carotă extrasă de la această sondă pe intervalul 3 386—3 387 m reprezintă calcar parţial dolomitizat ce conţine o asociaţie palino-protistologică specifică Neodevonianului, respectiv Frasnianului (zona D3), după Beju [1]. Formele determinate la adîncimea de 3 386 m sînt : Baltisphaeridium sp. A, B. sp. B. (peste 1000 ex), Veryhachium grup trispinosum (Eis), Archaeozonotriletes variabilis (Naum), Leiotriletes sp., Punctatisporites cf. pseudobesus Playf., P. irrassus Hacq., Hymenozonatriletes sp. A., H. sp. B., Auroraspora sp., Retusotriletes sp., R. comunis Naum., Samarisporites sp., Ancyrospora sp., Tasmanites sp., Leiosphaeridia sp., Geminaspora cf. lemurata Bal., Apiculiretusispora sp.,.

Penultima carotă s-a extras de la adîncimea de 3 150—3 152 m şi constă din calcar microcristalin diagenizat. Conţinutul paleontologic al acestei carote este reprezentat prin.

Microfloră : Densosporites sp., Lycospora sp., Reticulatisporites sp., Schulzospora sp., Velosporites sp., Knoxisporites sp., Murospora sp., Punctatisporites sp., Baltisphaeridium sp. Formele determinate caracterizează zona C_1 [1], care corespunde Viseanului.

Microfaună : Hyperammina casteri Conkin, H. compacta Gut., Treck, H. rockfordensis Gut., Treck., Psammosphaera cava Moreman, Sorasphaera ? cooperensis Conkin, Conkin, Canis, S. geometrica Eis., S. papilla Gut., Treck, Thurammina congesta Gut., Weiner, Joung, Tolypammina gesterensis Conkin, Conkin, Parathurammina spinoza Lipina, P. suleimanovi Lipina, Archaeosphaera crassa Lipina, Bisphaera sp., Radiosphaera cf R. basilica Reit., Calcisphaera pachysphaerica (Pron.), Earlandia clavatula (How)., Tetrataxis conica Ehr., T. grupa T. eominima Rauzer-Chern., Endothyra baileyi (Hall), E. brady Mikh., E. lanceolata Woodl., E. prisca Rauzer-Chern., Reit., E similis Rauzer-Chern., Reit., Globoendothyra aff. G. parva (Tschern), Haplophragmella aff. H. tetraloculi Rauzer, Permodiscus sp., Koninckopora sp.

Macrofaună : fragmente de brachiopode cu costaţie fină.

Acelaşi nivel stratigrafic, în sonda apropiată 203, conţine Megachonetes ex gr. M. zimmermani (Paeck.), care în R.P. Polonă este citat în Viseanul superior, împreună cu alte brachiopode specifice. Aceasta înseamnă că intervalul carotat în sonda 65 (3 150—3 152 m) nu s-ar putea plasa decît în jumătatea superioară a Viseanului.

Aşadar, cele două carote, care sînt de vîrstă frasniană şi, respectiv, viseană superioară, delimitează un interval de 234 m pe care ar trebui să se dezvolte Famenianul, Tournaisianul şi Viseanul inferior, ceea ce este destul de greu

de admis, atîta timp cît numai Viseanul superior depășește grosimea de 450 m.

Între carotele menționate, diagrafia geofizică (fig. 1) sugerează existența unor orizonturi detritice terigene care deranjează monotonia seriei carbonatate. Astfel de episoade detritice apar și în alte foraje, ca de exemplu în sondele 909 Periș, 203 și 204 Brădești, unde sînt reprezentate prin argile și marno-calcare. La alte sonde s-au întîlnit breccii calcaroase (sonda 31 bis Soldanu) și chiar conglomerate și gresii (sonda 1152 Cetate). Deasupra episodului detritic amintit, la sondele 31 bis Soldanu, 65, 203 și 204 Brădești s-au pus în evidență orizonturi groase de calcarenite (fig. 1). Nu se exclude posibilitatea ca astfel de orizonturi detritice să fie prezente și în alte sonde, dar din lipsă de carote sau probe de sită, acestea să nu fi fost identificate. Oricum, episoadele detritice semnalate constituie perturbații sau chiar întreruperi ale ciclului litofacial carbonatat, provocate de mișcările care au afectat fundul bazinului moesic și regiunile înconjurătoare. Privind lucrurile prin această prismă, orizontul detritic inferior ar putea fi interpretat ca reflexul mișcărilor bretone [4], iar calcarenitele, ca un corespondent al fazei sudetice. În aceste condiții s-ar putea merge pînă acolo încît să se admită că în intervalul de timp dintre Frasnian și Visean superior formațiunea carbonatată a fost supusă eroziunii, pe alocuri, în cel puțin două reprize.

Nu departe de Brădești se situează sonda 100 Balș, în jurul căreia s-au mai dus discuții [4] pe tema limitei Devonian-Carbonifer și a vîrstei intruziunilor granitice. Aici, la adîncimea de 1 773 m, s-a intrat din permo-triasic într-o serie detritică atribuită, pe baze litologice, Carboniferului. În continuare, sonda a traversat calcare predominant organogene considerate, de asemenea pe criterii litologice, viseene, apoi un filon de aplite granitice, un orizont de calcare cenușii-negricioase, alt filon de aplite granitice, un complex de argile cenușii și, din nou, granite, în care s-au săpat mai bine de 500 m, fără ca acestea să fi fost epuizate pe toată grosimea lor (fig. 1). Orizontul de calcare cenușii negricioase dintre cele două filoane s-a considerat că reprezintă Devonianul terminal sau Tournaisianul, iar complexul de argile cenușii a fost atribuit Eodevonianului.

Trecînd peste vîrsta ciclului magmatic, asupra căruia se vor face referiri mai tîrziu, în lumina informațiilor actuale privind ansamblul Platformei moesice (inclusiv Bulgaria), s-ar putea admite că orizontul de calcare cenușii negricioase, încadrat de filoane granitice, este de vîrstă devoniană, iar calcarele organogene de deasupra aparțin Viseanului superior. Ar rezulta, deci, ca la Balș, Viseanul superior se dispune direct peste Devonian.

Reexaminarea carotelor provenite de la cîteva foraje efectuate în Dobrogea de sud a dus la concluzia că sondele 13 Comana și 5 065 Negru Vodă au întîlnit Viseanul superior, direct sub formațiunile transgresive ale Malmului [3, 5]. Așa cum rezultă din datele sondei 13 Comana — singura care a realizat o deschidere apreciabilă a Paleozoicului — aici Viseanul se dispune direct peste depozitele carbonatate ale Givețian-Frasnianului. O situație, practic similară, este consemnată mai la sud, pe teritoriul bulgar, la sondele 11 și 120 Ograjden, unde lipsește Tournaisianul, suportul Viseanului constituindu-l Famenianul. Despre absența Tournaisianului se mai discută și în cazul forajelor R1 Dulovo, R59 Severți și 119 Cardan.

Față de noile informații disponibile, ideea unei întreruperi de sedimentare între Devonian și Carbonifer, cel puțin pe zonele de ridicare ale Platformei moesice, capătă în prezent un contur mult mai clar. Desigur că, atîta timp cît la nord de Dunăre mai rămîne un interval stratigrafic care n-a furnizat elemente paleontologice concludente, problema absenței Tournaisianului și Famenianului nu poate fi considerată încă complet elucidată, mai ales în zonele de afundare la nivelul Paleozoicului.

Magmatismul din timpul Carboniferului

Studiul stratigrafic al Devonianului și Carboniferului [4] ajunge la concluzia că pe cuprinsul Platformei moesice magmatismul s-a manifestat în mai multe reprize și cu precădere în zona labilă de la Leu-Balș-Optași. Una dintre cele mai vechi generații de intruziuni, identificată în zona de la Balș și reprezentată prin diorite amfibolice, granite și aplite granitice filoniene, pare să se sincronizeze, în linii mari, cu faza bretonă. Următorul ciclu, constituit din efuziuni și curgeri submarine de diabaze, mai pregnant în partea de est a Platformei, a avut loc în Visean și Namurianul inferior. În sfîrșit, ultimul ciclu, permo-triasic, s-a manifestat predominant, prin curgeri de porfire cuarțifere. În ceea ce privește zona de la Brădești, studiul întreprins semnalează existența unui orizont de tufuri, slab marnos, alterat, intercalat în seria detritică superioară de la sonda 207.

În ultimul timp au fost puse în evidență alte două nivele de tufuri : primul, în baza Eodevonianului, la sonda 178 Făurești, cel de-al doilea, în seria carbonatată carboniferă de la sonda 223 Brădești.

Printre carotele extrase de la sonda 223 Brădești, cea de pe intervalul 2528—2531 reprezintă gresie tufogenă piritizată, asociată cu calcar microcristalin organogen. Conținutul microfloristic al carotei de la 2 528 m, după D. Beju, constă din : Leiotriletes sp., Retusotriletes incochatus Sullivan, Reticulatisporites sp., R. planus Hugh, Playf, Orbisporites convolutus Butt, Spin., Schulzospora sp., Punctatisporites pseudobesus Playf., P. solidus Hacq., Murospora

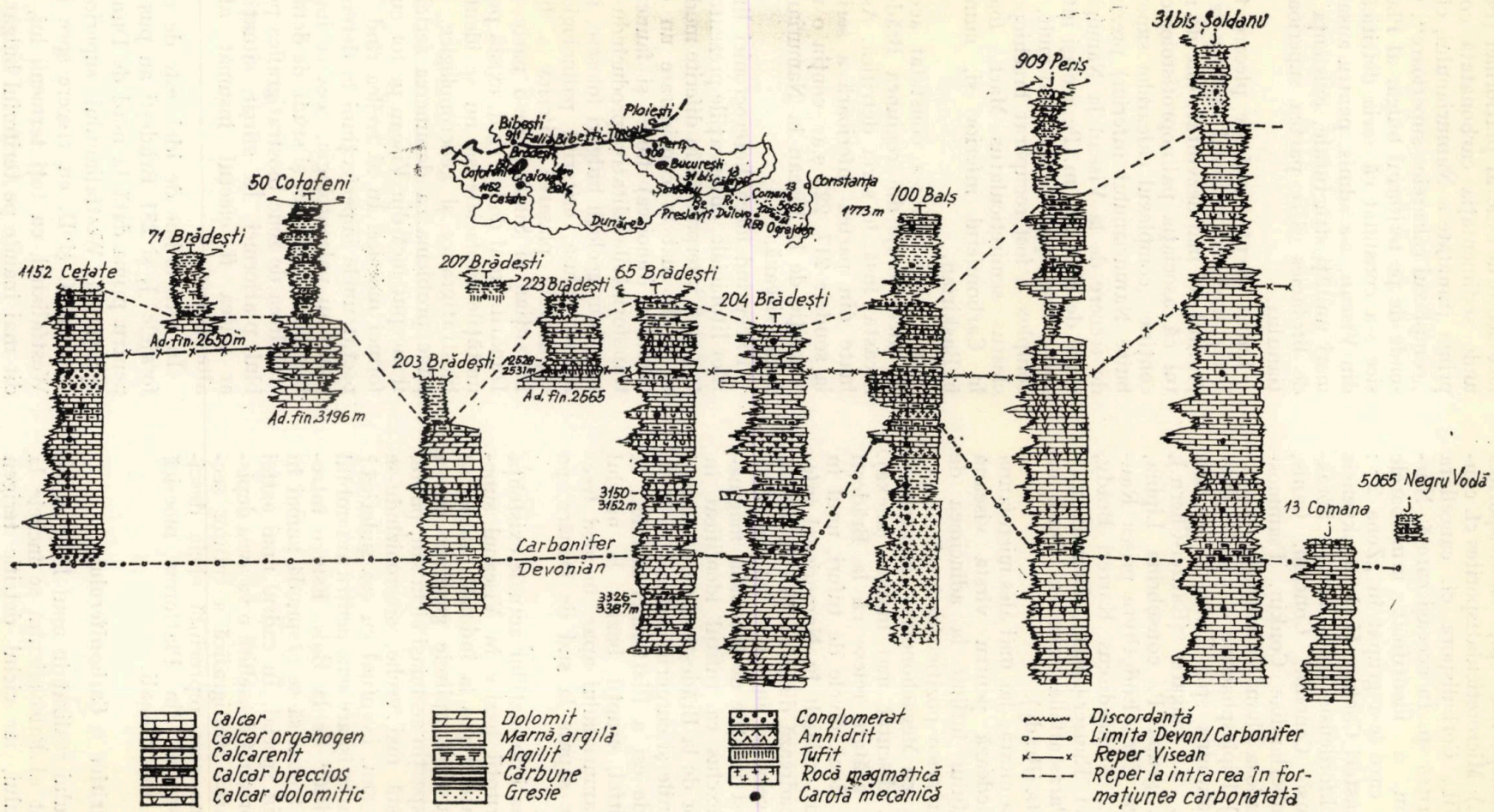


Fig. 1. Tentativă de corelare a carboniferului din Platforma moesică.

sp. Stenozonotriletes stenozonalis Walz., Lycospora sp., Densosporites sp., Knoscisporites hederatus (Walz.), Microreticulatisporites cf. concavus Butt, Wil., Corbulispora cf. cancellata (Walz), Velosporites sp. În aceeași carotă, Nurhan Năstăseanu a identificat următoarele foraminifere, pe care le-a grupat în „Zona 2" : Hyperammina casteri Conkin, H. kentuckyensis Conchin, H. rockfordensis Gut, Treck., Sorasphaera cooperensis Conchin, Conchin, Canis, Proteonina cumberlandiae Conkin, Psammosphaera pira articulosa Plum., Calcisphaera pachysphaerica (Pron.), Diplosphaerina inaequalis (Derville), Parathurammina sp., Earlandia elegans (Rauzer-Chern.), E. vulgaris (Rauzer-Chern.), Palaeotextularia grupa P. consobrina Lipina, Tetrataxis conica Ehr., Endothyra prisca Rauzer-Chern, Reit., Archaediscus Karreri Brady, A. krestovnikovi Rauzer-Chern., Brunsia pulchra Mikh., Parastaffella spectata Durkina, Eostaffella radiata (Brady).

Atît microflora citată, dar mai ales microfauna determinată, pledează pentru vîrsta viseană superioară a tufului întîlnit la adîncimea de 2 528 m. Acest tuf are o poziție stratigrafică superioară nivelului cu Megachonetes zimmermani despre care s-a discutat mai înainte (anexa).

Față de cele arătate reiese că la Brădești există cel puțin două nivele de tufuri, unul în Viseanul superior, celălalt în Namurianul inferior. Ambele încadrează discordanța echivalentă fazei sudetice, ceea ce înseamnă că mișcările respective au fost însoțite de fenomene magmatice. Nu este exclus ca tufitul identificat în Viseanul superior de la Brădești să fie de aceeași vîrstă cu efuziunile și curgerile submarine întîlnite în partea de est a Platformei moesice, la Smirna. De altfel, erupții bazice la nivelul Viseanului și Namurianului apar, în mod frecvent, în sondele săpate la sud de Dunăre, pe teritoriul bulgar.

Dacă în lumina informațiilor actuale existența unui ciclu de erupții bazice în Viseanul superior nu mai poate fi pus la îndoială, atunci se naște întrebarea dacă aplitele granitice de la sonda 100 Balș aparțin aceluiași ciclu sau, poate, ele sînt de vîrstă mai veche, sincronizîndu-se cu faza bretonă sau, eventual cu cea sudetică? De altfel, întrebarea își are sens pentru ansamblul „masivului dioritic" de la Balș. Este o întrebare la care va trebui să se răspundă numai în urma unui studiu special. În cadrul unui astfel de studiu o importanță deosebită o va avea depistarea și localizarea stratigrafică a tuturor secvențelor tufogene care reprezintă cheia descifrării magmatismului din Platforma moesică și din Carpații meridionali.

Vîrsta seriei detritice a Carboniferului

Potrivit studiului realizat în anul 1972, ciclul facial carbonatat al Paleozoicului se încheie la sfîrșitul Viseanului, iar ciclul detritic terigen se instalează odată cu faza sudetică. Excepție face sectorul estic al platformei (Periș-Călărași), unde sedimentația carbonatată continuă și în prima jumătate a Namurianului, cînd s-a depus „complexul calcarelor superioare". Cum la unele sonde de pe teritoriul bulgar al Platformei moesice s-a constatat că seria detritică începe încă din Visean, s-a admis, pentru ansamblul acestei mari unități structurale, existența unor variații de litofacies către partea superioară a Dinanțianului.

Luînd drept punct de plecare forajul de la Periș, unde carboniferul superior pare a prezenta profilul cel mai dezvoltat, este de remarcat faptul că asociația palinoprotistologică pe care o conține „complexul calcarelor superioare" (atribuite Namurianului inferior) prezintă elemente de trecere de la Visean la Namurian pe o secțiune de circa 250 m. Pe același interval, microfauna este tipic viseană. Mai mult, tot din acest complex a fost recuperat brachiopodul Dyctyoclostus semireticulatus Mart., foarte frecvent în Carboniferul inferior și, numai sporadic, în Bașkirian.

În ultimii ani s-a constatat aceeași situație la unele foraje din regiunea Brădești, de data aceasta, însă, în seria detritică. Astfel, carotele luate din partea inferioară a seriei respective la sondele 217, 223 ș.a. conțin o microfloră de tranziție de la Visean la Namurian și o microfaună viseană.

Exceptînd ideea heterocroniei limitelor ciclurilor litofaciale, observațiile prezentate mai înainte pot fi interpretate în diferite moduri. Mai întîi ar fi de luat în considerare un decalaj între evoluția (înnoirea) florei și faunei, la ultima transformările calitative producîndu-se mai devreme. Cum geologii bulgari folosesc, într-o măsură foarte redusă, criteriul palinologic, ar apărea explicabilă plasarea diferită a limitei dintre Dinanțian și Silezian de-o parte și de alta a Dunării. În al doilea rînd, există posibilitatea ca unitățile litofaciale să nu se identifice cu cele biostratigrafice și geocronologice. Ca atare, se pune problema ca depunerea seriei detritice să fi început încă din Visean pe tot cuprinsul Platformei moesice. În al treilea rînd, ar fi de suspectat unele imperfecțiuni în determinarea conținutului paleontologic, ceea ce impune consultări între specialiști și studii de detaliu, respectiv stabilirea de zone biostratigrafice pentru ansamblul platformei. În sfîrșit, situația constatată ar putea fi efectul însumat al celor trei alternative.

În altă ordine de idei, este de consemnat că forajele J_1 și 251 Brădești au pus în evidență, pentru prima dată la nord de Dunăre, depozite aparținînd Westfalianului superior și anume termenii C și D, cu trecere spre Permian [6]. Westfalianul, cu toți termenii lui, fusese dovedit mai înainte pe teritoriul bulgar.

Cele trei aspecte puse în discuţie în articolul de faţă reprezintă tot atîtea probleme majore ale stratigrafiei Carboniferului din Platforma moesică. Dar lista aceasta ar putea fi completată cu încă multe subiecte care necesită discuţii şi clarificări. De aici se impune constatarea ca studiul Paleozoicului, în general, şi al Carboniferului, în special, se află încă la început şi că pe măsura apariţiei de noi date este necesară actualizarea şi reconsiderarea multor idei şi concepţii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Beju D. *Zonare şi corelare a Paleozoicului din Platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice.* Petrol şi Gaze, nr. 12, pag. 714—722, Bucureşti, 1972.

[2] Năstăseanu, N. şi Paraschiv, D. *Prezenţa depozitelor carbonifere în sudul Dobrogei.* Petrol şi Gaze, nr. 4, pag. 199—204, Bucureşti, 1973.

[3] Paraschiv, D. *Le Paleozoique de Roumanie à la lumière des données de forage* XXIV-ème Congr. Intern. Géol., vol. 6., pag. 331—342, Montreal, 1972.

[4] Paraschiv, D. *Studiul stratigrafic al Devonianului şi Carboniferului din Platforma moesică, la vest de rîul Argeş.* St. tehnice şi ec., seria j., nr. 12, 165 pag, Bucureşti, 1974.

[5] Paraschiv, D., Năstăseanu, N. şi Dăneţ,. *Date noi asupra Carboniferului din sudul Dobrogei.* Petrol şi Gaze nr. 10, pag. 593—595, Bucureşti, 1973.

[6] Paraschiv, D. şi Năstăseanu, N. *Carboniferul de la Brădeşti* (sub tipar), 1974.

[7] Spasov, Hr. *Stratigrafiea na dolniea karbon v neakoi ot sondajite v severno-iztocina Bîlgariea.* Bull. Geol. Inst. Bulg. Acad. of Scienc, XXI, pag. 5—17, Sofia, 1972.

I. COSTEA, D. COMŞA, C. VINOGRADOV, L. MOTAŞ. şi N. BALTEŞ

Studiul microfacial al depozitelor calcaroase jurasice superioare şi cretacice inferioare din centrul Platformei moesice

Forajele Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei, amplasate în regiunea cuprinsă între rîurile Vedea şi Dîmboviţa, au întîlnit, de regulă, sub gresiile şi nisipurile glauconitice albiene, o succesiune de calcare în general dure, mai mult sau mai puţin compacte, cu grosimi variabile, în cuprinsul cărora s-au individualizat etajele kimmeridgian, tithonic, berriasian, valanginian, hauterivian, barremian şi apţian.

Studiul stratigrafic al acestor depozite, realizat în cadrul unei teme de cercetare şi prezentat în lucrarea de faţă, a fost posibil numai prin studierea complexă paleontologică şi petrografică în secţiuni subţiri a 736 probe de sondă recuperate din 192 foraje amplasate în regiunea centrală a Platformei moesice.

Tipurile petrografice întîlnite au fost clasificate după schema lui R.L. Folk.

Dintre resturile fosile întîlnite mai frecvent şi cu o contribuţie mai deosebită în stabilirea vîrstelor geologice se numără foraminiferele, tintinnidele şi algele calcaroase.

Microfaciesuri jurasice superioare—cretacice inferioare

Ansamblul caracterelor microscopice, petrografice şi paleontologice, observate în cercetarea probelor de sondă extrase din perimetrul studiat, a condus la separarea, în ordine stratigrafică, a următoarelor tipuri de microfacies.

1. *Microfaciesul calcarelor micritice cu protoglobigerine*

În nivelul bazal al succesiunii carbonatate şi anume în calcarele nodulare brun roşcate se individualizează, în sectorul vestic al perimetrului de studiu, un microfacies caracteristic, în care materialul terigen este reprezentat prin sporadice granule aleuritice de cuarţ. Conţinutul în substanţă organică solubilă în cloroform şi alcool-benzen are valori reduse, sub 0,02%. Pirita a fost observată rar.

Microfaunistic acest facies este predominat de foraminifere planctonice, aparţinînd genului Protoglobigerina. Alături de acestea s-au mai determinat radiolari, fragmente de Aptychus, zoospori de Globochaete alpina şi foarte rare fragmente de Saccocoma Agassiz.

Acest microfacies, citat pentru prima dată în Platforma moesică (2 Ciureşti, adîncimea 1 980 m) corespunde intervalului oxfordian superior-kimmeridgian inferior.

2. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Lombardia*

La partea superioară a calcarelor brun roşcate, noduloase, se dezvoltă microfaciesul calcarelor micritice cu Lombardia.

Analiza secţiunilor subţiri arată că la acest nivel apare procesul de dolomitizare cu forme, în general, incipiente, exceptînd dolomitizările intense semnalate în forajul 1650 Croitori.

Locul Protoglobigerinelor este luat de Saccocomide însoțite adesea de alge (Globochaete alpina Lombard, Eothryx alpina Lombard), foraminifere și radiolari.

unor relicte. Intensitatea și frecvența dolomitizărilor atinge maximum la acest nivel stratigrafic depășind cu mult procesul semnalat în depozitele kimmeridgiene.

MICROFACIESURI JURASICE SUPERIOARE ȘI CRETACICE INFERIOARE
DIN ZONA CENTRALĂ A PLATFORMEI MOESICE

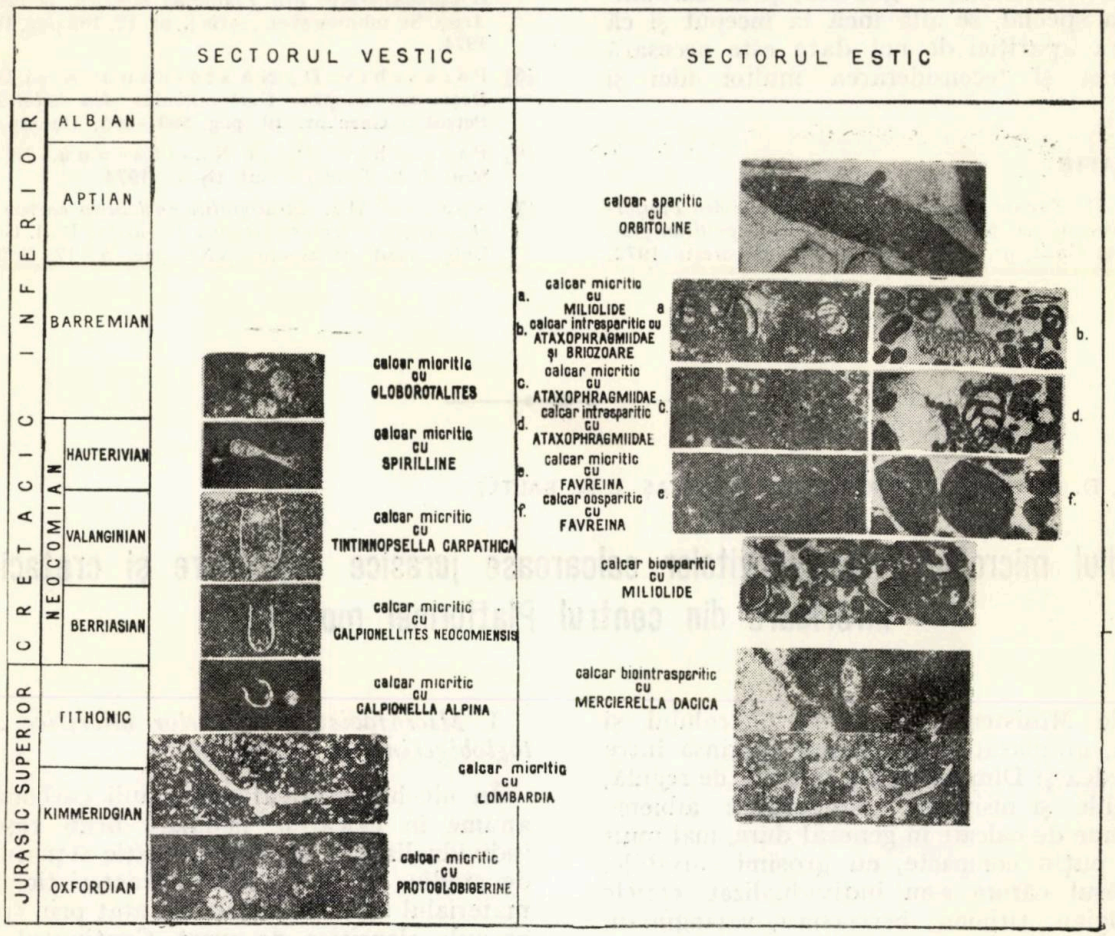


Fig. 1

Microfaciesul cu Lombardia, recunoscut în depozite cu Lamellaptychus beyrichi Oppel aparține kimmeridgian superior-tithonicului inferior.

3. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Calpionella alpina*

Corespunde unui segment stratigrafic imediat superior kimmeridgianului cu „Lombardia".

Macroscopic, litofaciesul este reprezentat prin calcare microcristaline albe sau albe-cenușii. În secțiuni subțiri, calcarele micritice au un conținut aproape invariabil (sub 0,02%) în substanță organică solubilă în cloroform și alcool-benzen. Pirita apare rar și se observă, de regulă, pe fisuri. Dolomitizarea afectează circa 20% din calcare. Au fost observate toate situațiile, de la dolomitizări incipiente în care cristalele idiomorfe de dolomit sînt dispuse dispersat în masa calcitică micritică, pînă la dolomite în care calcarul inițial mai apare doar sub forma

Conținutul fosil este caracterizat de apariția tintinnidelor: Calpionella alpina Lorenz, C. elliptica Cadisch, Crassicollaria intermedia (Durand-Delga), C. massutiniana (Colom), Tintinnopsella carpathica (Murgeanu și Filipescu) și amintește de tithonicul superior terminal, „zona B" stabilită de J. Remane (1964—1969) în domeniul mediteranean central.

4. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Calpionellites neocomiensis*

În continuare, în seria carbonatată malm-neocomiană, s-a separat microfaciesul cu Calpionellites neocomiensis.

Litofaciesul este foarte asemănător cu cel al tithonicului. Substanța organică solubilă în cloroform și alcool-benzen apare în proporție de sub 0,02%, iar pirita are o participare nesemnificativă. La 6 Ciurești, 78 Hîrlești și 49 Văleni

apar moderat fosfații fibroși. Se observă, de asemenea, o ușoară creștere a procentului de argilă, conducînd la varietăți micritice argiloase.

Microfaciesul este caracterizat de tintinnidele Calpionellopsis thalmanni (Colom). Tintinnopsella carpathica (Murgeanu și Filipescu), T. longa (Colom), Remaniella cadischiana (Colom), Calpionellites neocomiensis Colom. Dintre macrofosile, se întîlnesc speciile Spiticeras spitiense Uhlig, Berriasella cf. lorioli Zettel, Neocosmoceras aff. sayni Simionescu etc.

Prin modul de asociere al tintinnidelor, microfaciesul cu Calpionellites neocomiensis delimitează intervalul stratigrafic corespunzător berriasianului.

5. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Tintinnopsella carpathica*

Stratigrafic superior s-a separat microfaciesul cu Tintinnopsella carpathica, definit petrografic de prezența unui calcar micritic, în care materialul terigen lipsește sau se întîlnește în proporție de 1—2%, fiind reprezentat prin cuarț aleuritic dispers. Conținutul în substanță organică solubilă în cloroform și alcool-benzen are valori sub 0,02%. Pirita ca și fosfatul criptocristalin apar rar.

Macrofauna este reprezentată prin : Bochianites neocomiensis d'Orbigny, Neocomites neocomiensis d'Orbigny, Neolissoceras grasianum d'Orbigny, Lamellaptychus didayi Coquand, L. mortilleti Pictet și Loriol, iar conținutul microfaunistic se remarcă prin Tintinnopsella carpathica (Murgeanu și Filipescu), T. longa Colom, Calpionellopsis oblonga (Cadisch), Remaniella cadischiana (Colom), Calpionellites darderi (Colom), Stenosemellopsis hispanica Colom, Amphorellina subacuta Colom, Salpingellina levantina Colom etc.

Corelările de microfacies și macrofauna au condus la concluzia că microfaciesul cu Tintinnopsella carpathica corespunde valanginianului.

6. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Spirilline*

Dezvoltate la partea superioară a seriei carbonatate malm-neocomiene, calcarele micritice cu Spirilline conțin ultimele apariții de tintinnide. Locul acestora în asociație este luat de foraminifere, radiolari și spiculi de spongieri silicioși.

Analiza petrografică în secțiuni subțiri remarcă, în cadrul acestui tip litofacial, apariția spiculilor de spongieri conservați în calcedonie și a unor cuiburi de silice criptocristalină. Pirita este mai frecventă. Glauconitul apare sub forma unor mici agregate microcristaline.

Segmentul stratigrafic este caracterizat de ultimele exemplare de Tintinnopsella carpathica (Murgeanu și Filipescu), Calpionellites darderi (Colom) și Salpingellina levantina Colom, în partea inferioară, și de dezvoltarea remarcabilă a Spirillinelor, în partea superioară. Se remarcă de asemenea, apariția foraminiferelor planctonice (Hedbergella) și frecvența mare a radiolarilor.

Macrofauna cuprinde speciile : Crioceratites nolani Kilian, Pseudothurmania cf. spinigera Koenen, Olcostephanus (0) jeanoti d'Orbigny, O. asterianus d'Orbigny, Lamellaptychus angulicostatus fractocosta Trauth, Duvalia sp., Pseudobelus bipartitus Blainville.

Conținutul paleontologic atestă calcarelor micritice cu Spirilline vîrsta hauteriviană.

7. *Microfaciesul calcarelor micritice cu Globorotalites*

La partea terminală a seriei carbonatate neocomiene apar frecvent, în afara calcarelor micritice, marnocalcarele și marnele. Calcarele micritice au, în general, o alcătuire petrografică identică cu a segmentului inferior. Marnocalcarele sînt slab aleuritice, conținînd dispers granule fine de cuarț și lamele de mică (2 Ciurești, 28 Drăcșani, 2 Optași). Materialul autigen este reprezentat pin pirită, agregate criptocristaline de glauconit și fosfați, în cuiburi. Marnele conțin rare granule aleuritice de cuarț, lamele de mică și testuri de foraminifere. Mineralele autigene sînt reprezentate prin glauconit, pirită și fosfați.

În forajul 2 Ciurești, la adîncimea de 1 539 m, a fost determinat Barremites difficilis d'Orbigny și un fragment de Holcodiscus. În conținutul micropaleontologic se remarcă indivizi aparținînd speciei Hedbergella infracretacea (Glaessner), genului Globorotalites și familiei Nodosariidae. Actinopodele sînt slab reprezentate.

Vîrsta barremian inferioară a microfaciesului cu Globorotalites este susținută de macrofauna întîlnită la Ciurești, de corelările efectuate cu bazinul Dîmbovicioarei ca și de corelările cu domeniul mesogean, unde s-a separat un microfacies asemănător, cu Hedbergelle și radiolari.

8. *Microfaciesul calcarelor micritice și sparitice cu Miliolide*

În partea de est și sud a perimetrului studiat, deasupra calcarelor micritice cu Saccocomide, s-au întîlnit, calcare biointransparitice cu Mercierella dacica Dragastan, care au fost atribuite jurasicului superior, fiind paralelizabile cu calcarele micritice cu Calpionella alpina.

Superior se dezvoltă, (pe o grosime variabilă, de la cîțiva zeci de metri, pînă la ordinul sutelor de metri) o secvență de calcare dominate de prezența Miliolidelor.

Analizele petrografice disting în cuprinsul stivei de calcare cu Miliolide trei grupe litofaciale diferite și anume :

- o grupă ce cuprinde calcare micritice, calcare pelmicritice și calcare intramicritice;
- o grupă de calcare pelsparitice, calcare oosparitice, calcare intrasparitice și calcare biosparitice;

• o grupă corespunzătoare dolomitelor.

Predomină micritele care reprezintă circa 60% din totalul aspectului petrografic. Procentul de sparite scade de la partea inferioară a secvenței de calcare spre partea ei superioară. Dolomitele apar, în special în partea inferioară și exclusiv în estul sectorului central al Platformei moesice.

Macrofauna corespunzătoare este rară și fără semnificație stratigrafică: Grammatodon sp. (295 Butimanu), Astarte sp. (212 Ungureni), Aporhais sp. (221 Săftica) și Diceras sp. (11 Cartojani).

Microfauna este destul de bogată și cuprinde, în special, foraminifere. Se asociază ostracode, dejecțiuni de decapode anomure, fragmente de echinide, briozoare și corali și alge calcaroase.

Paralelizarea microfaciesului cu Miliolide din Platforma moesică cu microfaciesuri similare din Carpați, Dinarici, Appennini etc., a arătat că succesiunea stratigrafică de mai sus reprezintă neocomianul și barremianul.

Pentru separarea celor două etaje a fost necesară urmărirea, îndeaproape, a repartiției conținutului micropaleontologic în cuprinsul coloanei stratigrafice și realizarea de corelări cu microfaciesuri asemănătoare.

În urma acestora s-a constatat că:

• partea inferioară a segmentului, reprezentat petrografic prin calcare biosparitice, conține exclusiv Miliolide sau Miliolide și alge calcaroase; dolomitele sînt complet sterile;

• segmentul aproximativ median, în care apar micritele și oosparitele, cuprinde preponderent favreine, ostracode, sporadic alge calcaroase și Miliolide;

• partea superioară, în care predomină micritele și intrasparitele, se afirmă prin Ataxophragmiide, Orbitolinide, Miliolide și Involutinide și adesea prin fragmente de echinide, lamellibranchiate și gasteropode.

Corelările de microfaciesuri au condus la concluzia că segmentele inferior și mediu ar putea aparține neocomianului (neorizontat), prin asemănare cu microfaciesul cu favreine semnalat de D. Patrulius tot în Platforma moesică, cu fauna de ostracode sau cu algele descrise în aceeași unitate, pe teritoriul Dobrogei de sud; segmentul superior ar aparține barremianului, amintind ,prin bogăția de faună și floră ca și prin talia lor de depozitele urgoniene.

9. *Microfaciesul calcarelor cu orbitoline*

Succesiunea cretacică, prealbiană, se încheie cu un microfacies calcaros intrasparitic (Cartojani, Valter Mărăcineanu) și micritic (Videle, Mogoșoaia, Belciugatele). În probele analizate predomină micritele (60%) care, cu excepția recristalizărilor destul de avansate, sînt asemănătoare cu micritele barremiene.

Recent, la Epurești (sonda 1 454, adîncimea 480 m) a fost determinată, în calcare organogene diagenizate, o macrofaună beduliană caracteristică (Neithea morrisi Pictet, Nerinea sp., Conus sp., Natica sp.), singura pusă în evidență pînă acum în întreaga zonă centrală a Platformei moesice.

În conținutul calcarelor cu Orbitoline predomină foraminiferele (Orbitolinide, Miliolide și Involutinide), asociate cu ostracode, briozoare și characee.

Macrofauna și corelările microfaciale au condus la concluzia că microfaciesul calcarelor cu Orbitoline corespunde apțianului.

Transpunerea pe hartă a concluziilor acestei lucrări, referitoare la cele nouă microfaciesuri arată că în zona studiată se disting două sectoare:

• unul vestic, în care sînt prezente numai calcarele micritice, iar microfaciesurile se individualizează prin conținutul paleontologic. Se pare că în acest sector ar exista o continuitate de sedimentare în întregul interval cuprins între oxfordian și barremian;

• unul estic, în care se întîlnesc deopotrivă sparitele și micritele, în care microfauna este reprezentată, în principal, de trei familii; Miliolide, Ataxophragmiide și Involutinide și unde nu se cunosc încă relațiile dintre etajele separate.

Singurul aspect microfacial comun al celor două sectoare îl reprezintă calcarul micritic cu Lombardia.

Considerații sedimentologice și ecologice asupra depozitelor jurasice superioare-cretacice inferioare

Din prezentarea microfaciesurilor neojurasice și eocretacice se desprinde concluzia că în partea centrală a Platformei moesice, a funcționat o mare epicontinentală în care se sedimentau aproape exclusiv depozite carbonatice, dezvoltate în două faciesuri distincte: vestic, cu caracter pelagic, și estic, cu caracter neritic-recifal.

1. *Aria vestică cu caracter pelagic*

Participarea calcarelor micritice la alcătuirea litofaciesului înregistrează valori cuprinse între 70% în kimmeridgian, 82% în tithonic, 100% în berriasian și valanginian și 90% în hauterivian. În barremian-apțian se întîlnesc frecvent și calcare moi cretoase, marno-calcare și marne.

Prezența în proporție atît de mare a faciesului calcaros micritic, ca urmare a proceselor de precipitare masivă și îndelungată a mîlului calcaros și a consolidării și litificării lui este justificată de următoarele condiții de sedimentare:

• bazinul de sedimentare a reprezentat o mare larg deschisă cu adîncimi în general reduse (pînă la 300 m), cu salinitate normală (30—35%), temperaturi puțin variabile și o constanță remarcabilă a liniei de țărm, cel puțin în intervalul

tithonic-hauterivian (caractere puse în evidență de organismele pelagice din conținutul paleontologic);

● regimul hidrodinamic al bazinului de sedimentare a fost liniștit și lipsit (sau aproape lipsit) de curenți, fapt atestat de repartiția uniformă a populațiilor fosile microscopice pe orizontală și verticală;

● mediul geochimic a fost favorabil precipitării carbonatului de calciu, rolul principal revenind *p*H-ului apei. Originea cationilor de calciu este continentală. Levigarea calciului s-a făcut într-un cadru climatic în care clima caldă semiuscată a alternat cu perioade de umiditate. Într-o astfel de climă, din scoarța de alterare continentală au migrat clorul, potasiul, sodiul, calciul și magneziul, migrarea manganului, fierului și aluminiului, nefiind posibilă. Absența mineralelor argiloase în seria carbonatică pelagică denotă faptul că precipitarea mineralelor argiloase în bazinul de sedimentare epicontinental nu a putut avea loc nici prin procese anorganice coloidale (datorită în special penuriei în aluminiu) nici prin transport de pe continent ca produs terigen.

Soluțiile bogate în cationi de calciu au ajuns într-un mediu marin cu *p*H-ul slab alcalin. În precipitarea carbonatului de calciu un rol important a fost jucat și de microfauna planctonică.

Cu toate că pînă în hauterivian se înregistrează cîteva momente importante de activitate biotică, care ar fi putut să furnizeze substanța organică sursă de hidrocarburi, *p*H-ul normal, oxigenarea puternică și aerarea continuă a bazinului, au condus la oxidarea și descompunerea substanței organice, depozitele respective neputînd îndeplini calitatea de roci generatoare de hidrocarburi.

În barremian pătrund componenți terigeni (minerale argiloase) care se asociază sedimentației calcaroase micritice. Aceștia împreună cu carbonatul de calciu microcristalin, dau naștere la calcare argiloase, marnocalcare, marne.

Schimbările intervenite, care începuseră să se contureze de fapt din jumătatea superioară a hauterivianului, sînt urmarea unei oarecari instabilități a liniei de țărm, materializată printr-o ușoară ridicare a uscatului.

Aspectul nou al bazinului de sedimentare barremian se reflectă în conținutul paleontologic în care se remarcă predominanța organismelor bentonice cu habitat de fund și a căror dezvoltare este condiționată de natura petrografică a acestuia, de adîncimea redusă a bazinului și alternanța materialului rezultat din precipitările chimice cu cel terigen allohton.

Această trăsătură se reflectă și în asociațiile microfloristice în care, pe lîngă elementele fitoplanctonice, apar numeroase tipuri continentale de climat tropical-subtropical și mai ales un bogat detritus vegetal. Nu este exclusă posibilitatea ca în episoadele cu aport de material terigen să fi existat condiții de formare a unor eventuale acumulări de substanță organică primară.

2. *Aria estică cu caracter neritic-recifal*

În evoluția părții de est a zonei centrale a Platformei moesice se pot deosebi două momente situate:

— în kimmeridgian și tithonic cînd se formează și se extind în suprafață formațiunile dolomitice, datorită mineralizării ridicate a apei, alcalinității acesteia și de o temperatură relativ crescută. De regulă, formațiunile dolomitice iau naștere în stadiul de ridicare generală și de individualizare a bazinelor de sedimentare, fiind frecvente în regiunile apropiate de țărm.

Prezența algelor Cyanophiceae, a serpulidelor și coralilor la partea superioară a microfaciesului cu Lombardia din kimmeridgian-tithonic, confirmă adîncimea foarte redusă a bazinului de sedimentare respectiv, în zona de fotosinteză, aerisirea optimă a apelor și un climat cald (tropical) atestat și de prezența unor elemente vegetale din grupul Cycadale, Bennettitale și Podozamitale;

— în neocomian și barremian cînd se dezvoltă un facies de sedimentare recifal-neritic și un facies perirecifal calcaros micritic.

a. În faciesul neritic-recifal, care bordează faciesul perirecifal, se dezvoltă predominant calcarele intrasparitice și intercalat calcare oosparitice care, fără să aibă o frecvență ridicată, prezintă importanță ca indicatori genetici.

Calcarele intrasparitice se formează în regim de curenți puternici și persistenți. O diminuare a forței curenților conduce la formarea calcarelor intramicritice care, spre deosebire de calcarele intrasparitice, își păstrează matricea calcitică micritică originală nelevigată de curenți.

Calcarele oosparitice reclamă, de asemenea, condiții de energie înaltă specifice zonelor de țărm.

Biosparitele iau naștere în zone în care curenții reușesc să îndepărteze matricea calcitică microcristalină dintre testurile și fragmentele de organisme. Existența primară a matricei calcitice este dovedită de calcarele biomicritice care au fost întîlnite în unele foraje și de calcarele de tranziție dintre biomicrite și biosparite.

Paleontologic, aspectul calcarelor neocomiene și barremiene este caracterizat de o bogată faună și floră bentonică și o foarte bogată microfloră în care predomină tipurile continentale. Fluctuațiile în repartiția organismelor bentonice și aportul de material vegetal terigen atestă existența unor episoade de instabilitate în bazinul de sedimentare, fără ca acestea să aibă amplitudini mari.

În microfaciesul cu Favreina, la Cireșu, Amara, Ciochina etc., sînt depuse anhidrite. Prezența Miliolidelor, Ataxophragmiidelor, Involutinidelor și algelor calcaroase, la partea superioară, carac-

terizează un facies tipic urgonian, de mare puțin adîncă (pînă la 100 m), agitată, puternic aerată, cu apă caldă și dinamică, tipică ariilor afectate de maree.

b. Faciesul perirecifal calcaros micritic, constituit din depozite cu grosimi mari, se caracterizează pin frecvența ridicată a calcarelor micritice, biomicritice și pelmicritice. În toată această arie, protejată de zona recifal-neritică, acționau curenți slabi, care permiteau sedimentarea nederanjată a calcitei micritice.

Distribuția areală a microfaciesurilor de tip neritic a arătat că în timpul dezvoltării sale, bazinul a evoluat avînd aspectul unui golf, partea deschisă fiind orientată spre sud—sud-vest (Videle, Alexandria, Voevoda).

Miliolidele, care constituie fondul asociației, se deosebesc însă de cele prinse în facies neritic-recifal, avînd testul mai subțire și lipsit de ornamentație. Acest caracter morfologic este unanim recunoscut ca indiciu al adaptării organismelor la bazine cu ape în general liniștite, din zone mai depărtate de țărm și de la adîncimi mai mari.

Aspectul ecologic menționat este confirmat de creșterea procentuală a fitoplanctonului dinspre nord-est către sud—sud-vest, în sondele de la Alexandria depășind 50% din asociație.

În cîteva puncte din sectorul estic al zonei cercetate s-au întîlnit asociații paleontologice care indică prezența apțianului. Deși, în ansamblu, litofaciesul este același cu al barremianului de tip neritic-recifal, în conținutul fosil al apțianului se remarcă tendința de creștere a procentului de organisme de tip litoral și a speciilor vegetale terestre, cu arie de răspîndire redusă.

Întreaga arie cercetată este acoperită de depozitele albiene, uneori chiar vraconiene (Potlogi-Corbii Mari, Corbii Ciungi, Cartojani, Belciugatele, Săftica, Sohatu), caracterizate de un regim de sedimentare net diferit, în care litofaciesul este reprezentat, în special, prin marne, marnocalcare, calcsiltite și calcarenite, cu glauconit și fosfați, iar biofaciesul prin predominanța organismelor planctonice. Aspectele menționate reflectă caracterul marin al bazinului albian, ale cărui ape transgredează peste relieful neocomian-barremian sau apțian, din zona centrală a Platformei moesice.

Concluzii

Cercetarea microfacială, a secvenței de calcare de la nivelul limitei jurasic-cretacic, a condus la separarea unor tipuri distincte de microfaciesuri, în partea centrală a Platformei moesice, creînd posibilitatea orizontării și cunoașterii de amănunt a stratigrafiei segmentului cuprins între oxfordian și apțian.

Materialul paleontologic investigat, coroborat cu observații petrografice-microscopice, a permis, de asemenea, caracterizarea sedimentologică și paleoecologică a depozitelor respective și cunoașterea evoluției ecologice și paleogeografice a bazinului de sedimentare corespunzător, furnizînd astfel date utile în activitatea de proiectare geologică a lucrărilor legate de extinderea zonelor cu perspective economice.

BIBLIOGRAFIE

[1] Băncilă, I. *Asupra prezenței unei formațiuni gipsifere purbekian-wealdiene în regiunea Fetești-Constanța.* Studii Cercet. Geol. Geof. Ser. Geol., **18** nr. 1, p. 115—125, București, 1973.

[2] Borza, K. *Die Mikrofazies und Mikrofossilien des Oberjuras und der Unterkreide der Klippenzone der Westkarpaten.* Vyd. Slov. Akad. Vied., 9—124, 1—88, Bratislava, 1969.

[3] Conrad, M.A. *Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève.* Ecl. Geol. Helv. **62** (1) : 1—79, 1—6, Basel, 1969.

[4] Costea, I. și Comșa, D. *Organismes planctoniques à la limite Jurassique — Crétacé dans la Plateforme Moésienne* (Roumanie).
Proc. I. Int. Conf. Plankt. Mikrof. Genéve 1967, II : 100—122, 1—4, Leiden, 1969.

[5] Dragastan, O., Mutiu, R. și Vinogradov C. *Zonele microfaciale și limita jurasic — cretacic în Carpații Orientali* (Munții Hăghimaș) *și în Platforma moesică.*
Studii Cercet. Geol., Geof., Geogr., Ser. Geol., **18**, nr. 2, 509—533, București, 1973.

[6] Folk, R. L. *Practical petrographic classification of limestones.* Bull. Amer. Assoc. Petr. Geol. **43**, nr. 1, 1—38, Tulsa, 1959.

[7] Mutiu, R. *Noi contribuții la studiul amonitic al Cretacicului inferior din Platforma moesică.* Petrol și Gaze, **20** (1), 14—18, București, 1969.

[8] Patrulius, D. *Inventar sumar al algelor calcaroase neojurasice și eocretacice din Carpații Românești și Platforma precarpatică.* Dări de Seamă ale Șed. LI(2) (1963—1964) : 31—42, 1—4, București, 1964.

[9] Radoicic, R. *Microfacies du Jurassique des Dinarides externes de la Yougoslavie.* Geol. Razpr. Poc. Leton. 9 : 5—377, Liubliana, 1966.

[10] Vinogradov, C. și Dragastan, O. *Micrographic study of lime-marls from the Sinaia beds* (*Eastern Carpathians*). Asoc. Geol. Carp. Balc. Congr. VII, II(2) : 61—65, Sofia, 1965.

Ing. C. PĂSĂRIN, ing. V. MUREŞANU, şi ing. A. ŞTEFAN
I.P.C.M.L. – Craiova

Consideraţii privind folosirea utilajelor de carieră

O importantă sursă de creştere a producţiei în carierele dotate cu utilaje moderne de mare capacitate o constituie folosirea raţională a acestora, respectiv creşterea ponderii timpului efectiv lucrat, faţă de timpul disponibil. Utilajul principal într-o carieră fiind excavatorul (în fluxul tehnologic acesta lucrînd în interdependenţă cu celelalte utilaje), este necesar ca întreg complexul de utilaje să prezinte tot timpul siguranţă în funcţionare.

Întreruperea în funcţionarea excavatorului este cauzată de defecţiunile ce apar la subansamblele lui sau de defecţiunile ce apar la oricare dintre utilajele aflate în aval de el. De asemenea,

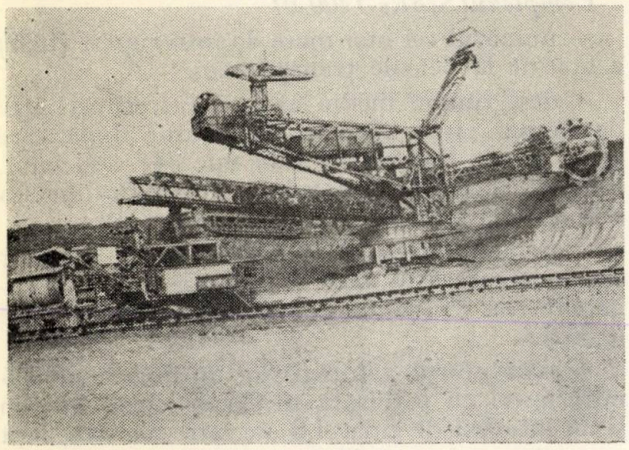


Fig. 1. Excavator SchRs 1400 - $\frac{30}{7}$.

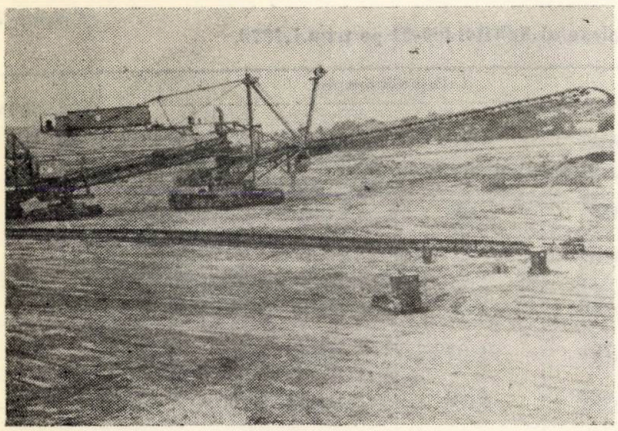


Fig. 2. Abzeţer A2 Rs-B 4400-60.

întreruperea în funcţionare a unităţii din punctul terminus — abzeţer sau instalaţiile de concasare — expediţie — se poate datora defecţiunii lor sau a utilajelor din amonte. Întreruperile în funcţionarea instalaţiilor intermediare — benzile de transport spre exemplu — se datoresc defecţiunilor acestor utilaje, ori a utilajelor din amonte sau aval. Oprirea unei instalaţii atrage după sine întreruperea activităţii unui loc de muncă sau a unei linii tehnologice de producţie. Deci întreruperile în funcţionarea utilajelor nu sînt izolate de întreruperile în funcţionarea instalaţiilor cu care ele sînt în legătură. Acest fapt se poate observa în figura 3, care redă schema de funcţionare înlănţuită a complexelor aflate în cariera Tismana din bazinul Rovinari.

Exemplu : dacă unul sau ambele excavatoare se află în frontul de steril, o defecţiune a benzii T 201 atrage după sine întreruperea activităţii ambelor linii tehnologice din carieră.

Se poate vorbi deci, despre un sistem şi despre stările acestuia, deoarece şi un agregat simplu — în cazul nostru banda T 201 — constituie o mulţime a unor elemente care colaborează între ele.

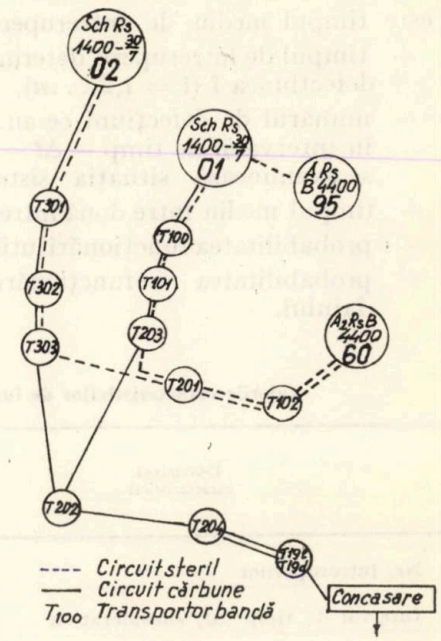


Fig. 3. Schema de funcţionare înlănţuită a complexelor aflate în cariera Tismana.

Întreruperile în funcţionarea maşinilor şi utilajelor — ca procese cu caracter stochastic cu parametru de timp — se descriu cu ajutorul teoriei şirului lui Markov.

Procesul simplificat, compus din două stări — funcţionare şi întrerupere — se poate nota schematic astfel :

$$x_0 \rightarrow x_1 \rightarrow x_0$$

ceea ce înseamnă alternativ : funcționare — întrerupere — funcționare.

Pentru prelucrarea și prezentarea, în ideea de mai sus, a situației funcționării utilajelor din cariera Tismana, se vor folosi rapoartele dispecerilor pe perioada trimestrului I 1973.

Pentru efectuarea calculelor se au în vedere următoatrele relații :

$$\bar{t}_i = \frac{\sum_1^n t_i}{n}$$

$$\tau = \frac{\Delta t - \sum_1^n t_i}{n}$$

$$p_0 = \frac{\tau}{\tau + \bar{t}_i}$$

$$p_1 = \frac{\bar{t}_i}{\tau + \bar{t}_i}$$

unde :

$\bar{t}_i$ este timpul mediu de întrerupere ;
t_i — timpul de întrerupere determinat de defecțiunea $\hat{i}$ ($\hat{i} = 1,2,\ldots n$),
n — numărul de defecțiuni ce au apărut în intervalul de timp — Δt — în care se examinează situația sistemului ;
τ — timpul mediu între două întreruperi ;
p_0 — probabilitatea funcționării utilajului ;
p_1 — probabilitatea nefuncționării utilajului.

Rezultatele calculelor efectuate cu ajutorul formulelor prezentate dau posibilitatea descoperirii locurilor cu strangulări și a rezervelor de capacitate de producție, rezultate ce oferă prețioase indicii de remediere.

Pentru prelucrare s-au reținut, din evidențele respective, numai zilele lucrate, din care s-au putut extrage datele necesare. În acest fel, intervalul de timp analizat a fost :

— pentru linia tehnologică a complexului SchRs-1400-01 Tismana, 245 de schimburi, respectiv 1 960 ore ;

— pentru linia tehnologică a complexului SchRs-1400-02 Tismana, 151 de schimburi, respectiv 1 208 ore.

Rezultatele calculelor obținute sînt prezentate, sintetic, în tabelele 1, 2 și 3.

Din analiza cifrelor cuprinse în cele trei tabele se desprind următoarele :

Complexul SchRs-1400-01

— numărul cel mai mare de întreruperi (1692) a apărut la benzile transportoare ;

— deși timpul mediu al unei întreruperi este de numai circa 27 min, intervalul după care apar aceste întreruperi este mic (47—48 min), ceea ce face ca numărul întreruperilor pe un schimb lucrat să fie destul de mare (6,9) ;

— probabilitatea de funcționare a benzilor transportoare este mică (0,638), în timp ce probabilitatea de nefuncționare este relativ mare (0,362) ;

— excavatorul a înregistrat un număr de 355 întreruperi cu o durată medie de circa 44 min și un interval de circa 4,8 ore între acestea, fapt ce a determinat 1,45 întreruperi pe schimbul lucrat ;

Tabelul 1

Valorile caracteristicilor de funcționare a complexului SchRs1400-01 pe trim.I,1973

Nr. crt.	Denumirea caracteristicii	Utilaje din complex				Timp efectiv lucrat de excavator
		excavator	abzețer	benzi plus rest utilaje	total întreruperi	
1	Nr. întreruperilor	355	179	1 692	2 226	784
2	Interval de timp (Δt) considerat, h	1960	—	—	—	—
3	Timpul mediu determinat de o întrerupere E_i, h	0,729	0,877	0,449	—	—
4	Timpul mediu între întreruperi, τ, h	4,791	10,072	0,791	—	—
5	Probabilitatea funcționării	0,866	0,92	0,638	—	—
6	Probabilitatea nefuncționării	0,132	0,08	0,362	—	—
7	Numărul întreruperilor pe schimb lucrat	1,450	0,73	6,90	9,08	—
8	Nr. întreruperilor pe ora lucrată	0,454	0,23	2,15	2,834	—
9	Nr. întreruperilor pe ora din timpul considerat	0,181	0,091	0,863	1,135	—

Tabelul 2

Valorile caracteristicilor de funcţionare a complexului SchRs 1400-02, pe trim. I, 1973

Nr. crt.	Denumirea caracteristicii	Utilajele din complex				Timpul efectiv lucrat de excavator, h
		excavator	abzeţer	benzi plus rest utilaj	total întreruperi	
1	Nr. întreruperilor	130	167	946	1243	452
2	Interval de timp, Δt considerat, h	1208	—	—	—	—
3	Timp mediu determinat de o întrerupere, t_t, h	0,45	0,54	0,664	—	—
4	Timpul mediu între întreruperi, τ, h	8,80	6,62	0,656	—	—
5	Probabilitatea funcţionării	0,9510	0,924	0,497	—	—
6	Probabilitatea nefuncţionării	0,0484	0,075	0,503	—	—
7	Nr. întreruperilor pe schimb lucrat	0,860	1,100	6,300	8,26	—
8	Nr. întreruperilor pe oră lucrată	0,287	0,370	2,100	2,75	—
9	Nr. întreruperilor pe ora considerată	0,108	0,138	0,783	1,03	—

Tabelul 3

Timpii de întrerupere şi de funcţionare faţă de timpul disponibil la excavatoarele de la cariera Tismana

Nr. crt.	Specificaţii	SchRs 1400-01		SchRs 1400-02	
		val. absol.	%	val. absol.	%
1	Marş-schimbarea locului de muncă, h	10	0,510	30	2,48
2	Defecte electrice la utilaj, h	11	0,561	4	0,33
3	Defecte mecanice la utilaj, h	35	1,785	2	0,16
4	Defect marş utilaj, h	5	0,250	—	—
5	Decuplări electrice, h	2	0,120	—	—
6	Defecte la benzile de pe utilaj, h	30	1,530	5	0,41
7	Oprit utilajul din dispoziţie primită, h	6	0,300	—	—
8	Trecut utilaj peste bandă, h	13	0,663	—	—
9	Căzut călăreţ-masă preluare, h	8	0,40	—	—
10	Revizie, întreţinere utilaj	111	5,663	8	0,66
11	Inversări cupe	23	1,170	—	—
12	Împotmoliri	2	0,120	—	—
13	Îndepărtat lemne, curăţat front	3	0,150	2	0,16
14	Montare cupe, dinţi excavator	—	—	8	0,66
15	Întreruperi rest urtilaje	917	46,78	697	57,69
	Total întreruperi, h	1176	60,00	756	62,58
	Total funcţioare, h	784	40,00	452	37,42
	Timp disponibil, h	1960	100	1208	100

— probabilitatea de funcţionare a excavatorului a fost de 0,866, iar probabilitatea de nefuncţionare de 0,132;

— abzeţerul a înregistrat cel mai mic număr de întreruperi (179), dar cu un timp mediu de circa 53 minute pe întrerupere. Intervalul mediu la care apar defecţiunile este destul de mare — peste 10 ore — ceea ce face ca numărul întreruperilor pe un schimb lucrat să fie sub unu (0,73);

— probabilitatea de funcţionare a abzeţerului este 0,92, iar probabilitatea de nefuncţionare 0,08.

Toate aceste întreruperi au condus la realizarea unui timp efectiv lucrat de excavator de numai 784 ore, respectiv 40% din timpul disponibil.

Complexul Sch Rs1400-02

— cel mai mare număr al întreruperilor la acest complex s-a înregistrat la benzile transportoare (946) și a avut o durată medie de circa 40 min la un interval de circa 39 min între acestea, fapt ce a daterminat 6,3 întreruperi pe schimbul lucrat;

— probabilitatea de funcționare a fost redusă (0,497), iar cea de nefuncționare destul de mare (0,503);

— abzețerul a înregistrat 167 de întreruperi, cu un timp mediu de circa 32 min pe întrerupere, intervalul de apariție a defecțiunilor fiind de peste 6,6 ore, determinînd 1,10 întreruperi pe schimbul lucrat;

— probabilitatea de funcționare a fost de 0,924, iar cea de nefuncționare de 0,075;

— excavatorul a înregistrat 130 de întreruperi cu un timp mediu de circa 27 min pe întrerupere, intervalul de apariție a defecțiunilor fiind de 8,8 ore, determinînd sub o întrerupere (0,86) pe schimbul lucrat;

— probabilitatea de funcționare a fost de 0,951, iar cea de nefuncționare de 0,0484.

Toate aceste întreruperi au condus la realizarea unui timp efectiv lucrat de excavator de numai 452 ore, respectiv 37,5% din timpul disponibil.

Condițiile nefavorabile ale timpului de iarnă din perioada analizată (trim. I) influențează desigur și ele funcționarea excavatoarelor din carieră.

Din cronometrările făcute practic pe timp de vară (iulie 1973) a rezultat, la ambele excavatoare, un timp efectiv lucrat între 50 și 60%.

În figura 4 se redă ordinea utilajelor ce aparțin complexului SchRs 1400-02 Tismana, fixată în două alternative: după numărul întreruperilor și după durata medie a acestora.

Cel mai mare număr de întreruperi și cea mai mare durată a staționărilor, la această carieră, s-a înregistrat la benzile de la fronturi (benzi ripabile) T 301, T 100 și T 102. Rezultă că acestor transportoare — de front — trebuie să li se acorde o atenție deosebită axată în special pe:

- asigurarea unei perfecte alinieri și calări după fiecare ripare a transportorului respectiv;
- asigurarea unei deserviri corespunzătoare cu lăcătuși și electricieni a acestor transportoare, în scopul menținerii în funcționare permanentă a acestora, prin înlăturarea cauzelor care ar putea produce staționări și prin remedierea rapidă a defecțiunilor care totuși apar.

Întreruperi multe și de durată au fost cauzate și de defecțiuni care au apărut la unele transportoare staționare (T 201) în cazul în care sterilul excavat de la ambele fronturi de lucru a trebuit să fie dirijat la haldă în același timp. Asemenea întreruperi pot fi reduse sau chiar eliminate prin menținerea în permanentă stare de funcționare a punții de haldare, care să poată depune direct în haldă sterilul rezultat de la excavatorul SchRs 1400-01 (fig. 3).

Pentru a se evidenția importanța creșterii timpului efectiv lucrat pe seama reducerii întreruperilor și a timpului de staționare, se calculează creșterea productivității muncii în cîteva ipoteze.

Creșterea productivității, pe seama reducerii sau eliminării întreruperilor și timpilor de staționare datorită anumitor cauze, se poate stabili pornind de la mărirea duratei timpului efectiv lucrat conform relației:

$$W = \left(1 + \frac{\Sigma t_i}{T_{ef}}\right) 100 - 100 = \frac{\Sigma t_i}{T_{ef}} 100$$

unde:

Σt_i este suma ponderii timpilor de întreruperi față de timpul disponibil;

T_{ef} — ponderea timpului efectiv lucrat față de timpul disponibil.

Rezultatele obținute sînt cuprinse în tabelul 4.

Potrivit datelor din tabelele 4 și 5, creșterea duratei timpului efectiv de lucru la cariera Tismana, corespunzătoare celor două ipoteze, va fi:

Nr. crt	Specificație	Locurile ce le ocupă										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	După număr	T102	T301	ABZET	ALTE CAUZE	T302	Excavator	T201	T303	T202	Depozit	T204
		25,0	14,93	13,44	12,53	10,94	10,42	7,63	2,43	1,62	0,64	0,32
2	După durata întreruperilor	T301	Alte cauze	T102	ABZET	Excavator	T302	T201	T303	T202	Depozit	T204
		37,73	23,50	12,10	11,80	7,82	2,90	2,70	0,64	0,42	0,27	0,11

25,0 Ponderea din totalul numărului de întreruperi
37,73 Ponderea după durata întreruperilor.

Fig. 4. Schema cu ordinea utilajelor ce aparțin complexului SchR 1400-02 Tismana, după numărul întreruperilor și după durata medie a acestora.

Tabelul 4

Situaţia cu ponderea timpilor de întreruperi faţă de timpul total disponibil şi schimbarea acesteia prin reducerea anumitor timpi de întrerupere în cadrul complexului SchRs 1400-01 pe trim. I,1973

Nr. crt.	Specificaţii	Timp disponibil	Timp efectiv lucrat de excav.	Întreruperi pe utilaje			
				excavator	abzeţer (puntea)	benzi	total întreruperi
1	Durata observaţiilor, h	1960	784	259	157	760	1 176
2	Ponderea categoriilor de timp, %	100	40,0	13,20	8,00	38,80	60,0
3	Idem după ipoteza I, %	100	43,0	13,20	8,00	35,80	57,0
4	Idem după ipoteza II, %	100	45,0	13,20	6,00	35,80	55,0

Ipoteza I — are în vedere efectuarea unor ripări de calitate la transportorul T 100 şi printr-o supraveghere şi întreţinere corespunzătoare a acestuia, cît şi a celorlalte transportoare, ponderea timpilor neproductivi să fie redusă cu 3%.

Ipoteza II — aceleaşi prevederi ca la ipoteza I, plus o reducere cu 2% a ponderii timpilor neproductivi cauzaţi de nefuncţionarea punţii de haldare.

Din aceste exemple de calcul rezultă că la o mărire a duratei de funcţionare a utilajelor din sistem cu 3; 5; 16 şi 18%, creşterea timpului efectiv de lucru a sistemului se măreşte cu 7,5; 12,5; 42,66 şi respectiv 48%.

Modul de analiză efectuat în cele de mai sus dă posibilitatea descoperirii locurilor cu stran-

Tabelul 5

Situaţia cu ponderea timpilor de întreruperi faţă de timpul total disponibil şi schimbarea acesteia prin reducerea anumitor timpi de întrerupere în cadrul complexului SchRs 1400-02, pe trim. I,1973

Nr. crt.	Specificaţii	Timp disponibil	Timp efectiv lucrat de excav.	Întreruperi pe utilaje			
				excavator	abzeţer	benzi	total întrerup.
1	Durata observaţiilor, h	1208	452	59	90	607	756
2	Ponderea categoriilor de timp, %	100	37,50	4,85	7,45	50,20	62,50
3	Idem după ipoteza I, %	100	53,50	4,85	7,45	34,20	46,50
4	Idem după ipoteza II, %	100	55,50	4,85	5,40	34,20	44,50

Ipoteza I — are în vedere efectuarea unor ripări de calitate la transportoarele T 301 şi T 102 şi printr-o supraveghere şi întreţinere corespunzătoare a acestor transportoare ponderea timpilor neproductivi să fie redusă cu 16%.

Ipoteza II — aceleaşi prevederi ca la ipoteza I, plus o reducere cu 2% a ponderii timpilor neproductivi cauzaţi de nefuncţionarea abzeţerului.

— pentru excavatorul SchRs 1400-01

Ipoteza I

$$W_I = \frac{3}{40}\,100 = 7{,}5\%$$

Ipoteza II

$$W_{II} = \frac{3+2}{40}\,100 = 12{,}5\%$$

— pentru excavatorul SchRs 1400-02

Ipoteza I

$$W'_I = \frac{16}{37{,}5}\,100 = 42{,}66\%$$

Ipoteza II

$$W'_{II} = \frac{16+2}{37{,}5}\,100 = 48{,}00\%.$$

gulări şi a rezervelor de capacitate de producţie şi poate fi folosit la elaborarea planurilor şi a graficelor de lucru întocmite de serviciile care au sarcina menţinerii utilajelor în funcţiune.

Evidenţa întreruperilor ţinută poate fi utilizată pentru efectuarea analizei, în cazul în care datele înscrise cuprind: locul şi natura întreruperii, durata timpului de remediere, durata totală a opririi şi alte elemente legate de întreruperea produsă.

Avînd în vedere capacitatea de 1800 t/h, cît are un excavator cu roată cu cupe SchRs $1400\frac{30}{7}$, mărirea timpului efectiv lucrat contribuie, în mod hotărîtor, la realizarea sarcinilor de plan ale carierelor aflate în exploatare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Măcriş Anatol. *Aplicaţii ale cercetării operaţionale în probleme de conducere.*

[2] Dumitru Vincenţiu. *Organizarea şi planificarea lucrărilor de investiţii construcţii şi montaj.* Ed. Academiei RSR 1972

[3] *** *Evidenţele primare ţinute de dispecerii sectorului Tismana.*

Dr. ing. V. SÎNGEORZAN
Institutul de cercetări și proiectări aparataj și utilaj de construcții București

ing. V. OȘAN
Institutul de proiectări hidroenergetice București

Centrarea benzilor — un factor important în creșterea duratei lor de funcționare și de lărgire a domeniului de folosire a transportoarelor cu bandă

Exploatarea transportoarelor cu bandă arată că durata de funcționare a benzilor este mult inferioară față de durata construcției metalice și depinde, în principal, de natura materialului de transportat și de modul de exploatare și întreținere a transportorului. Mărirea duratei de funcționare a benzilor constituie principalul factor de reducere a cheltuielilor de transport și de creștere a eficienței acestor utilaje care, în ultimul timp, capătă o tot mai mare extindere în țara noastră.

Una din principalele cauze ale duratei scurte de funcționare a benzilor o constituie uzura marginilor și exfolierea inserțiilor datorită frecării lor de construcția metalică a transportorului din cauza devierii de la axa acestuia (devierea de la aliniament) în timpul funcționării. În afară de aceasta, devierea de la aliniament a ramurii încărcate atrage după sine reducerea secțiunii transversale utile a benzii și deci a capacității de transport, precum și împrăștierea materialului de-a lungul traseului.

Cauzele devierii benzii de la aliniament pot fi multiple și de cele mai multe ori sînt legate de montarea și exploatarea incorectă a transportorului și a benzii (neparalelismul axelor tobelor de acționare și întoarcere sau deviere, neperpendicularitatea rolelor de susținere pe axa transportorului, îmbinarea incorectă a capetelor benzii, încărcarea neuniformă a materialului pe secțiunea transversală a benzii și altele). Adeseori însă, pentru reducerea numărului de tansportoare, respectiv a punctelor de transbordare a materialului și pentru utilizarea acestor instalații la lungimea lor optimă, se impune ca transportoarele cu bandă să funcționeze după un traseu curb.

Aceste situații fac ca centrarea benzii să aibă o mare importanță practică și să constituie un factor principal în mărirea duratei de funcționare a benzii, înlăturării avariilor și lărgirii domeniului de utilizare a acestui mijloc de transport.

Centrarea benzilor se poate realiza prin două sisteme : prin folosirea unor dispozitive de ghidare (ce pot avea diferite construcții și principii de funcționare) și fără dispozitive de ghidare (numai sub acțiunea forțelor create de greutatea benzii și încărcăturii).

Deși unele dispozitive de ghidare au o construcție relativ simplă și un efect de centrare satisfăcător, utilizarea lor permițînd ca transportoarele să lucreze la raze de curbură mai mici în comparație cu sistemul care nu utilizează dispozitive de ghidare, ele prezintă o serie de dezavantaje, legate, în special, de apariția unor rezistențe suplimentare la deplasarea benzii și de uzura acesteia.

În cazul centrării benzii fără dispozitive de ghidare se pune problema determinării razei de curbură minime la care transportorul poate lucra fără ca banda să devieze de la aliniament.

Literatura de specialitate tratează această problemă fără a ține cont de înclinarea transportorului și de forma secțiunii transversale a benzii, considerînd deci că forța de aderență este creată de întreaga greutate dată de bandă și material. În articolul de față problema centrării este tratată pentru ambele ramuri ale benzii transportorului, atît pentru transportoarele cu role plate, cît și pentru cele cu rolele în formă de jgheab, ținîndu-se cont și de influența unghiului de înclinare a transportorului care, după cum rezultă din cele expuse mai jos, constituie un factor important în stabilirea razei de curbură minime.

Fenomenul de centrare a benzii fără dispozitive de ghidare se bazează pe faptul că în timpul funcționării transportorului, în porțiunea curbă, asupra benzii acționează forța radială F_r (fig. 1),

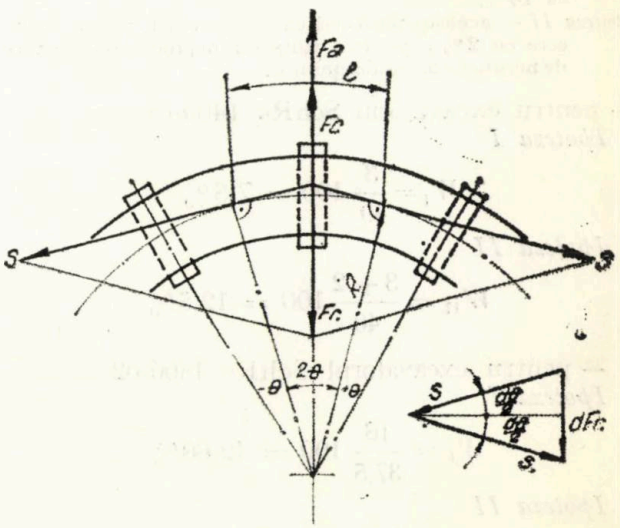


Fig. 1. Forțele care acționează asupra benzii în porțiunea curbă a transportorului.

care tinde să deplaseze banda de pe rolele de susținere spre interiorul curburii, și forțele de aderență F_a și centrifugă F_c opuse forței F_r.

Unghiurile fiind mici se poate considera că $\sin \frac{d\theta}{2} \approx \frac{d\theta}{2}$ și că $dF_r = 2 \frac{d\theta}{2} S$, iar $\hat{\theta} = \frac{1}{2R}$ (fig. 1); forța radială F_r, creată de tensiunea din bandă în radiani, poate fi determinată cu relația:

$$F_r = \int_{-\theta}^{+\theta} dF_r = \int_{-\theta}^{+\theta} S d\theta = \frac{Sl}{R}, \text{ daN} \quad (1)$$

în care:

S este tensiunea din bandă în locul de curbură, daN;

l — distanța între rolele de susținere a benzii, m;

R — raza de curbură a transportorului, m.

Forța de aderență F_a este creată de frecarea dintre bandă și rolele de susținere și poate fi determinată cu relațiile:

• pentru ramura neîncărcată:

$$F_a = q_b \, l_\mu \cos\beta, \text{ daN}; \quad (2)$$

• pentru ramura încărcată, benzi plate:

$$F_a = (q_b + q_m) \, l_\mu \cos\beta, \text{ daN}; \quad (3)$$

• pentru ramura încărcată, benzi sub formă de jgheab:

$$F_a = k \, (q_b + q_m) \, l_\mu \cos\beta \cos\alpha, \text{ daN}; \quad (4)$$

unde:

q_b și q_m reprezintă greutatea benzii și respectiv a materialului pe metru liniar, daN/m;

μ — coeficientul de frecare dintre bandă și rolele de susținere;

k — factorul de apăsare a benzii și a materialului pe rolele de susținere laterale;

β — unghiul de înclinare a transportorului, grade;

α — unghiul de înclinare în plan vertical a rolelor de susținere laterale, grade.

Forța centrifugă se determină cu relațiile:

• ramura neîncărcată:

$$F_c = q_b \, l \frac{v^2}{gR}, \text{ daN}, \quad (5)$$

• ramura încărcată:

$$F_c = (q_b + q_m) \, l \frac{v^2}{gR}, \text{ daN}, \quad (6)$$

unde:

v este viteza de transport, m/s;

g — accelerația gravitațională, m/s².

Pentru ca în porțiunea curbă a transportorului banda să nu se deplaseze spre interiorul sau exteriorul curburii, adică să nu devieze de la aliniament, pentru orice rază de curbură a transportorului trebuie să fie îndeplinită condiția:

$$F_r = F_a + F_c. \quad (7)$$

Din această relație, înlocuind valorile forțelor F_r, F_a și F_c, se poate determina raza minimă de curbură R_{min} la care transportorul poate lucra fără dispozitive de ghidare a benzii. Deci, corespunzător relațiilor de mai sus, se obține:

• ramura neîncărcată:

$$R_{min} = \frac{S - q_b \frac{v^2}{g}}{q_b \, \mu \cos\beta}, \text{ m} \quad (8)$$

• ramura încărcată, benzi plate:

$$R_{min} = \frac{S - (q_b + q_m) \frac{v^2}{g}}{(q_b + q_m) \, \mu \cos\beta}, \text{ m} \quad (9)$$

• ramura încărcată, benzi sub formă de jgheab:

$$R_{min} = \frac{S - (q_b + q_m) \frac{v^2}{g}}{k \, (q_b + q_m) \, \mu \cos\beta \cos\alpha}, \text{ m}. \quad (10)$$

Din analiza relațiilor 8, 9 și 10 reiese că, întrucît S este variabil pe conturul transportorului, R_{min} pentru un transportor dat depinde de poziția centrului de curbură față de capul de acționare. Rezultă, de asemenea, că R_{min} va fi impusă de ramura neîncărcată a transportorului, deoarece pe această ramură $q_m = 0$ și deci încărcarea pe role va fi mult mai mică și implicit și forțele F_a și F_c.

De exemplu, pentru un transportor cu bandă plată lung de 500 m cu $q_b = 20$ daN/m, $q_m = 100$ daN/m, $\beta = 0$, $\mu = 0{,}4$, $e^{\mu\alpha} = 2{,}85$ avînd distanța între rolele ramurii superioare de 1 m și inferioare de 3 m și poziția centrului de curbură la jumătatea lungimii transportorului, dacă pentru ramura încărcată $R_{min} \approx 85$ m, pentru ramura neîncărcată R_{min} va fi aproximativ 300 m.

Analiza acestor relații arată totodată că valoarea lui R_{min} depinde, în afară de parametrii q_b, l, v, β și α, constanți pentru un transportor dat, și de alți parametri ca q_m, μ și k, care pot varia chiar în timpul funcționării transportorului, iar forța centrifugă F_c influențează reducerea lui R_{min} numai la viteze relativ mari ale transportorului (peste 4—5 m/s).

Pentru un anumit tip de role valoarea lui μ depinde de contactul dintre acestea și bandă, apăsarea specifică pe role, viteza de transport și starea suprafeței rolelor, iar factorul k depinde de unghiul α și de coeficientul de umplere a secțiunii transversale a transportorului ψ. Variația lui μ, pentru role de oțel pe rulmenți, în funcție de apăsarea specifică și diferite stări ale suprafeței de contact și viteza de transport, este arătată în figura 2, iar variația lui k, în funcție de ψ, în figura 3. Din aceste grafice reiese că cea mai

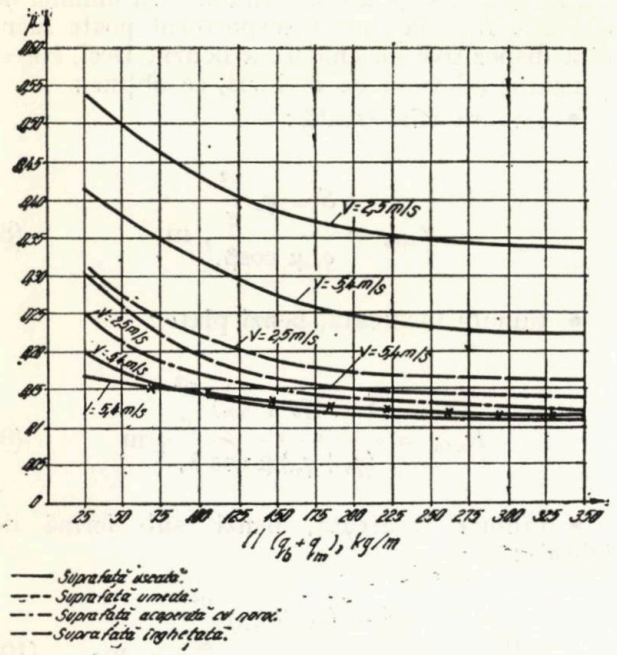


Fig. 2. Variația coeficientului de frecare în funcție de apăsarea pe role, pentru diferite viteze de transport și stări ale suprafeței de contact.

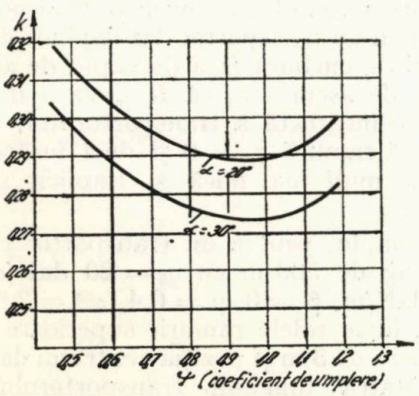


Fig. 3. Variația factorului de apăsare pe rolele de susținere laterale k, funcție de coeficientul de umplere a transportorului.

mare influență asupra valorii lui μ o are starea suprafeței de contact dintre role și bandă, iar factorul de apăsare k descrește cu mărirea lui α și are valoarea minimă la un $\psi = 0{,}9—1{,}0$.

Mărirea efectului de centrare a benzii și respectiv reducerea razelor de curbură, la care transportoarele pot lucra fără a fi nevoie de dispozitivul de ghidare a benzii, se poate realiza prin luarea unor măsuri speciale în ce privește montarea rolelor de susținere pe traseul curb.

a. Una din aceste măsuri constă în rabatarea rolelor (grupurilor de role) de susținere cu un unghi φ în direcția opusă sensului de transport (fig. 4). Prin aceasta, viteza de transport și forța de aderență F_a opusă sensului de transport se vor descompune în viteză periferică V_1 respectiv forță periferică F_1, perpendiculară pe axa rolei rabatate și în viteză relativă V_2 respectiv forță relativă F_2, paralelă cu axa rolei rabatate. Forța relativă F_2 va fi orientată în sens invers față de forța radială F_r și caută să mențină banda în poziție centrată.

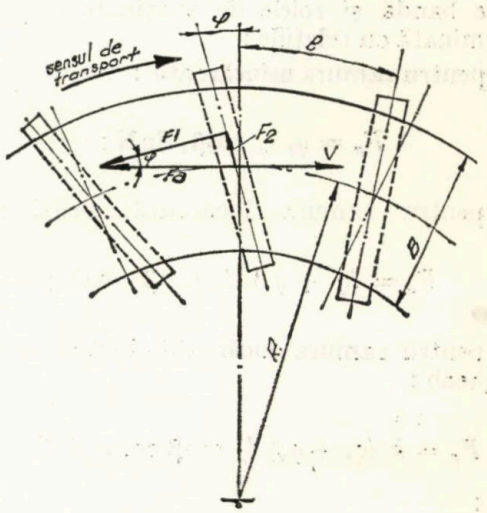


Fig. 4. Forțele care acționează asupra benzii în porțiunea curbă a transportorului prin rabatarea rolelor de susținere.

Valoarea acestei forțe poate fi determinată cu relațiile :

— ramura neîncărcată :

$$F_2 = nq_b\, l\mu\cos\beta\, \sin\varphi,\ \text{daN} \qquad (11)$$

— ramura încărcată, benzi plate :

$$F_2 = n\,(q_b + q_m)\, l\mu\cos\beta\, \sin\varphi,\ \text{daN} \qquad (12)$$

— ramura încărcată, benzi sub formă de jgheab :

$$F_2 = nk\,(q_b + q_m)\, l\,\mu\cos\beta\, \cos\alpha\, \sin\varphi,\ \text{daN} \qquad (13)$$

unde :

n este numărul de role (grupuri de role) de susținere rabatate ;

φ este unghiul de rabatare a rolelor (grupurilor de role), grade.

Din analiza relațiilor 11, 12 și 13 reiese că valoarea forței suplimentare F_2 de centrare a benzii, care apare ca urmare a rabatării rolelor, fiind o componentă a forței de aderență F_a, depinde de aceiași parametri ca și aceasta și va avea un efect mult mai mare pentru ramura încărcată a transportorului.

În figura 5 este redată valoarea și variația lui F_2, funcție de apăsarea pe role $(q_b + q_m)$,

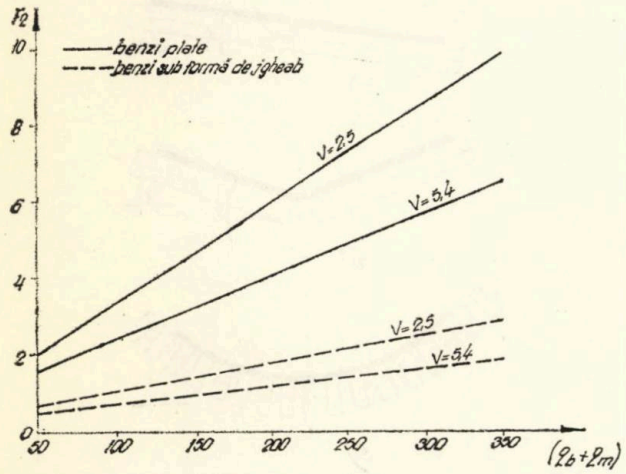


Fig. 5. Variația forței de centrare a benzii F_2, funcție de apăsarea pe role, pentru diferite viteze de transport.

pentru o singură rolă (grup de role) în cazul : $\beta = 0$, $\varphi = 4°$, $\alpha = 20°$, $l = 1{,}2$, $\psi = 0{,}9$ și o suprafață uscată a rolelor. În acest caz, condiția ca banda să nu devieze de la aliniament va fi :

$$F_r = F_a + F_c + F_2 . \qquad (14)$$

Din această condiție R_{min} va fi egal cu :

- ramura neîncărcată :

$$R_{min} = \frac{S - q_b \frac{v^2}{g}}{q_b \mu \cos\beta \ (1 + n \sin\varphi)}, \text{ m} \qquad (15)$$

- ramura încărcată, benzi plate :

$$R_{min} = \frac{S - (q_b + q_m) \frac{v^2}{g}}{(q_b + q_m) \mu \cos\beta \ (1 + n \sin\varphi)}, \text{ m} \qquad (16)$$

- ramura încărcată, benzi sub formă de jgheab :

$$R_{min} = \frac{S - (q_b + q_m) \frac{v^2}{g}}{k(q_b + q_m) \mu \cos\beta \cos\alpha (1 + n \sin\varphi)}, \text{ m} \qquad (17)$$

Deși prin rabatarea rolelor de susținere se mărește efectul de centrare a benzii și se reduce valoarea lui R_{min}, această metodă prezintă dezavantajul că, datorită creării unei alunecări relative între bandă și role, apar rezistențe suplimentare la deplasarea benzii și uzura învelișului de protecție de pe suprafața de rulare a benzii.

b. O altă variantă de centrare a benzii, fără utilizarea dispozitivelor speciale, constă în mărirea unghiului de înclinare a rolelor laterale dinspre partea interioară a curburii sau prin înclinarea în plan vertical a rolelor de susținere (a grupului de role). Prin aceasta, ca urmare a unei noi distribuții a materialului pe secțiunea transversală a benzii, va apărea o forță radială suplimentară, îndreptată contrar forței F_r, care va ajuta la menținerea centrată a benzii pe role.

Pentru determinarea valorii acestei forțe și a efectului ei de centrare vom considera că rolele laterale ale ramurii încărcate a transportorului, dinspre partea interioară a curburii, sînt înclinate sub un unghi mai mare decît rolele laterale dinspre exteriorul curburii, deci $\alpha' > \alpha$ (fig. 6).

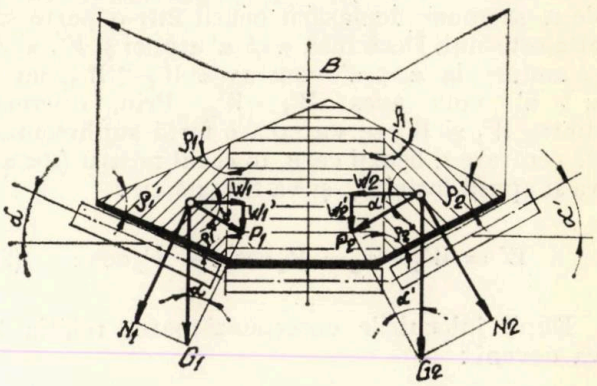


Fig. 6. Distribuția forțelor create de încărcătură în cazul supraînălțării uneia din rolele laterale.

În acest caz, după cum se vede din figura 6, datorită acțiunii materialului și a benzii, asupra celor două role vor acționa forțele verticale G_1 și G_2, care se vor descompune în două componente : una perpendiculară pe rolă $N_1 = G_1 \cos\alpha$, respectiv $N_2 = G_2 \cos\alpha'$ și una paralelă cu axa rolei $P_1 = G_1 \sin\alpha$, respectiv $P_2 = G_2 \sin\alpha'$.

Considerînd că cele trei role au o lungime identică și egală cu a, vom avea :

$$G_1 = \frac{q_b}{3} + q'_{m_1} \text{ și } G_2 = \frac{q_b}{3} + q'_{m_2} \qquad (18)$$

unde :

q'_{m_1} și q'_{m_2} este greutatea pe metru liniar a materialului ce revine pe rola laterală înclinată cu unghiul α și respectiv α', daN/m și poate fi determinată cu relațiile :

$$q'_{m_1} = A_1 l \gamma_m = \frac{a^2 \sin\rho''_1 \sin\rho'_1}{2 \sin\rho_1} l\gamma_m, \text{ daN/m} \qquad (19)$$

$$q'_{m_2} = A_2 l \gamma_m = \frac{a^2 \sin\rho''_2 \sin\rho'_2}{2 \sin\rho_1} l\gamma_m, \text{ daN/m} \qquad (20)$$

unde :

A_1 și A_2 sînt — ariile secțiunilor materialului ce revin rolelor laterale înclinate cu unghiul α și respectiv α';

γ_m — greutatea volumetrică a materialului, daN/m³;

ρ_1, ρ_1', ρ_1'' și ρ_2', ρ_2'' unghiurile triunghiurilor formate de suprafața transversală a materialului ce revine pe rolele laterale (fig. 6), grade.

Forțele P_1 și P_2, paralele cu axele rolelor de susținere laterale, se vor descompune în componentele orizontale W_1, respectiv W_2, de sens contrar și îndreptate spre centrul lățimii benzii, și verticale W_1', respectiv W_2'.

Dacă $\alpha = \alpha'$, atunci $W_1 = W_2$ și deci efectul lor de a se opune deplasării benzii într-o parte sau alta este nul. Dacă însă $\alpha \neq \alpha'$ atunci și $W_1 \neq W_2$ și anume la $\alpha < \alpha'$ vom avea $W_1 < W_2$, iar la $\alpha > \alpha'$ vom avea $W_1 > W_2$. Prin diferența dintre W_1 și W_2 se va crea o forță suplimentară de centrare a benzii care, în cazul nostru ($\alpha < \alpha'$), va fi opusă forței F_r, și va fi egală cu :

$$W = W_2 - W_1 = P_2 \cos \alpha' - P_1 \cos \alpha. \quad (21$$

După înlocuirile corespunzătoare, relația 21 va deveni :

$$W = \frac{\gamma_m \, l}{6 \sin \rho_1} [(2q_b \sin \rho_1 + 3a^2 \sin \rho_2'' \sin \rho_2') \sin \alpha' \cos \alpha' - (2q_b \sin \rho_1 + 3a^2 \sin \rho_1'' \sin \rho_1') \sin \alpha \cos \alpha], \text{daN}. \quad (22)$$

În acest caz R_{min} se va determina din condiția :

$$F_r = F_a + F_c + W. \quad (23)$$

Prin aplicarea procedeelor *a* și *b* efectul de centrare a benzii depinde, în foarte mare măsură, de coeficientul de frecare μ, greu de apreciat practic, și care poate varia chiar în timpul funcționării transportorului. Totodată el se face simțit numai pentru ramura încărcată, unde asupra rolelor acționează greutatea materialului de transportat. De aceea, determinarea forței de centrare pentru ramura neîncărcată, în cazul înclinării rolelor de susținere în plan vertical, se va face din considerentul că deplasarea benzii în lungul axei rolelor se face fără frecare.

Astfel, notînd cu λ deplasarea admisibilă a benzii de-a lungul axei rolei, forța de centrare H_c, ce apare prin înclinarea rolelor în plan vertical, poate fi deteminată cu relațiile :

● pentru o singură rolă de susținere (fig. 7 *a*), înclinată cu unghiul α :

$$H_c = q_b' \, Bl \, \text{tg}\alpha \quad (24)$$

● pentru un grup de două role, înclinate cu unghiul α (fig. 7 *b*) :

$$H_c = \frac{2\lambda}{\cos \alpha} q_b' \, l \, \text{tg}\alpha \quad (25)$$

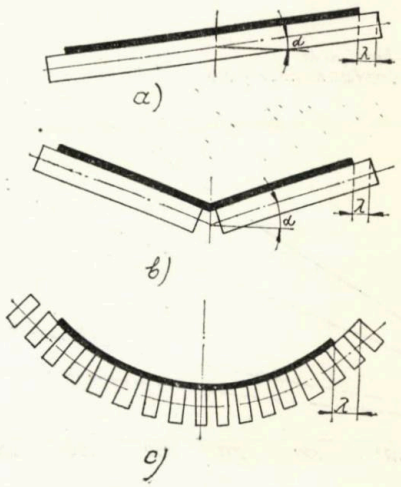


Fig. 7. Deplasarea admisibilă a benzii de-a lungul axei rolei prin supraînălțarea acesteia.

● pentru un grup de role în ghirlandă (fig. 7 *c*), ținînd cont de curba de albiere a benzii (fig. 8), avem :

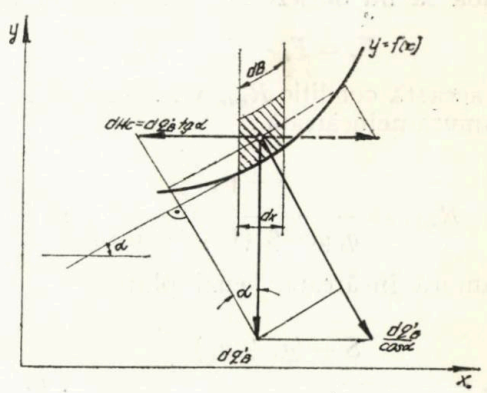


Fig. 8. Curba de albiere a benzii și forțele ce acționează asupra acesteia pentru un element infinitezimal de bandă.

$$H_c = q_b' \int_B \sqrt{1 + y'^2} \, y' \, dx \quad (26)$$

unde :

q_b' este greutatea pe metru liniar a unui cm de bandă, daN/cm;

B — lățimea benzii, cm;

$y(x)$ — ecuația curbei de albiere a benzii;

$y'(x) = \frac{dy(x)}{dx}$ —derivata I a ecuației curbei de albiere a benzii.

În acest caz R_{min} se va determina din condiția :

$$F_r \leqslant H_c \qquad (27)$$

Din cele expuse rezultă că R_{min}, stabilit pentru cele două cazuri de centrare (*a* și *b*), este determinat de ramura neîncărcată a benzii transportorului. Pentru cazul cînd se folosesc rolele drepte s-au stabilit relațiile 15 și 23.

În scopul micșorării razei minime de curbură pe ramura neîncărcată a benzii transportorului se pot lua următoarele măsuri : înclinarea rolelor, montarea grupului de două role în V sau folosirea rolelor în ghirlandă.

Pentru mărirea efectului de centrare și o bună funcționare a transportorului, în afară de măsurile arătate, este necesar ca încărcarea materialului pe bandă să se facă uniform și pe mijlocul acesteia. În acest sens, pentru ca banda să ajungă centrată sub punctul de încărcare, este necesar a se lua măsuri ca înfășurarea acesteia pe tamburul de întoarcere să se facă centrat. Acest lucru se poate realiza prin folosirea unor dispozitive speciale de ghidare, montate pe ramura neîncărcată, în apropierea tamburului de întoarcere. O altă măsură o constituie utilizarea sub stația de încărcare a unui grup de role în ghirlandă care îmbunătățește foarte mult efectul de încărcare centrată a benzii.

BIBLIOGRAFIE

[1] Hartmut Klug. *Einige aktuelle Probleme aus dem Gebiet der Bandtechnik.* Bergbautechnik, nr. 4, 1967.

[2] Gerhard Urban și Hans Sommer. *Betranchtungen zu einigen Fragen der Anordnung und Konstruktion von Untertrumrollen in Gurtbandforderanlagen.* Bergbautechnik, nr. 3, 1968.

[3] Klaus Brade *Erkenntnisse beim Einsatz von Gurtlenkeinrichtungen fur Bandanlagen.* Bergbautechnik, nr. 2, 1967.

Conf. ing. V. STĂNESCU

Contribuții la studiul litologic al pliocenului din zona Independența

Întrucît caracterele terenurilor sedimentare influențează, în mare măsură, formarea și acumularea hidrocarburilor, cercetarea din punct de vedere calitativ și cantitativ a rocilor pe diferite secțiuni geocronologice, precum și formularea concluziilor cu privire la procesele petrogenezei reprezintă cerințe obligatorii în prospecțiune și în explorare, care capătă noi dimensiuni în situația cînd descoperirea zăcămintelor condiționate tectonic este tot mai dificilă.

După cum se cunoaște, cercetarea litofacială se poate realiza prin studiul unui mare număr de parametri litologici și nonlitologici, în intercorelațiile lor naturale ; examinarea variației fiecărui parametru permite observații a căror corelare deschide multiple posibilități, deopotrivă pentru caracterizări litofaciale descriptive, pentru reconstituirea istoriei formării complexului de roci pe intervalul studiat, precum și pentru determinarea tendinței litologice în timp și în spațiu, elemente cu evidente utilizări în practica descoperirii și a evaluării zăcămintelor.

În lucrarea de față se prezintă rezultatele unui început de studiu litologic al depozitelor pliocene inferioare din zona Independența, situată în extremitatea sudică a Moldovei. Această zonă aparține promontoriului nord-dobrogean (sector al platformei epihercinice) îngropat sub o cuvertură subțire de pliocen necutat. Pliocenul exclusiv nisipos-marnos este transgresiv peste fundamentul paleozoic precambrian cu un relief de eroziune slab denivelat, peneplenizat într-o îndelungată fază de gliptogeneză.

Pe întreaga sa grosime (de 600—1 000 m) pliocenul este reprezentat prin două litotipuri fundamentale, marna și nisipul, cu toate formele intermediare.

Succesiunea pliocenă poate fi separată în trei orizonturi principale — superior, mediu și inferior (fig. 1). Orizontul superior are grosimea de 400—600 m și este alcătuit dintr-o succesiune de strate subțiri (sub 10 m) de nisipuri în alternanță cu marne ; orizontul mediu, cu grosimea pînă la 100 m, cuprinde strate de nisipuri mai bine individualizate, în grosime pînă la 25—30 m fiecare, separate de marne foarte subțiri, iar orizontul inferior, cu grosimea de 100—400 m, este alcătuit din strate de nisip între care se intercalează marne ce dețin o proporție mai mare decît în orizontul mediu.

Numărul foarte redus de carote și lipsa informațiilor decisive paleontologice fac dificilă stabilirea vîrstei orizonturilor separate. Cu toate

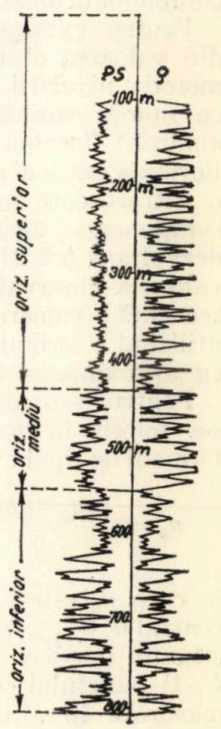


Fig. 1. Profilul electric sintetic al pliocenului din zona Independența.

acestea, se poate admite, pe considerente regionale asupra repartiției pliocenului în sudul Moldovei, că orizontul inferior aparține meoțianului și ponțianului, celelalte două revenind dacianului și respectiv levantinului. Cercetarea noastră a avut ca obiect numai orizonturile mediu și inferior, acesta din urmă fiind petrolifer-gazeifer. Ea se bazează pe studiul diagrafiilor electrice standard ale sondelor existente în această zonă, luînd în seamă, desigur, și informațiile asupra litologiei, rezultate din analiza probelor de roci.

Pentru orizonturile mediu și inferior, profilul electric tip arată o mare variabilitate a valorilor P.S., într-un interval de 100 mV; configurația lor permite concluzia că psamitele și pelitele, formînd strate subțiri, trec foarte repede de la un tip la altul, într-o deasă alternanță în profil. Acest caracter, ca și schimbările litofaciale în suprafață, face dificilă, atît separarea stratelor și a complexelor de strate în profilul fiecărei sonde, cît și corelarea lor de la o sondă la alta, operații fundamentale în studiile litologice. Pentru acest motiv a fost necesară analiza tendinței litofaciale sau a caracterului „de fond" exprimat prin anomaliile curbei PS. La baza analizei tendinței litofaciale a stat principiul recunoscut în matematica analizei tendințelor în timp, conform căruia fiecărei observații numerice dintr-o succesiune de valori ordonate, în funcție de timp, îi corespund o componentă de tendință (de fond) și o componentă aleatoare :

$$U_n = U_t + U_\varepsilon$$

în care U_n este valoarea observată (măsurată), U_t este componenta de tendință, iar U_ε este componenta aleatoare.

Pentru extragerea componentei de tendință din valoarea observată (măsurată) se utilizează metoda nivelării cu ajutorul diferitelor formule cu număr variabil de termeni, deduse pe cale analitică (formulele Spencer, Vistelius, Fox ș.a.). Formula cea mai simplă (cu 5 termeni) realizează o filtrare care nu întotdeauna exclude integral componenta aleatoare, iar formula cea mai dezvoltată (cu 21 termeni), adeseori exclude din valoarea observată, o parte din componenta de tendință; valoarea obținută prin nivelare (u_0'), utilizînd o formulă sau alta, poate fi considerată, cu aproximație, ca valoare a tendinței.

Pentru separarea componentei de tendință s-a folosit în această lucrare o formulă cu 5 termeni de tipul :

$$u_0' = \frac{[au_0 + b(u_{+1} + u_{-1}) - c(u_{+2} + u_{-2})]}{d}$$

în care u_0 este valoarea măsurată într-un punct central 0, u_{+1} și u_{-1} sînt valori măsurate în puncte situate imediat deasupra (+1) și dedesubtul (−1) punctului central, iar u_{+2} și u_{-2} sînt valori măsurate în alte două puncte, mai depărtate față de punctul central, deasupra (+2) și respectiv dedesubtul lui (−2)

Coeficienții calculați de Vistelius (1961) au valorile : $a = 17$; $b = 12$; $c = 3$; $d = 35$ (Harbaugh și Merriam, 1972).

Pentru ca netezirea să nu afecteze substanțial valoarea componentei de tendință, sau pentru ca valoarea acestei componente să nu înglobeze și o parte însemnată din valoarea componentei aleatoare, distanța dintre punctele cu valori măsurate u_0, u_{+1}, u_{-1}, u_{+2} și u_{-2} a fost stabilită, prin tatonări succesive, la 4 m.

Rezultatele filtrării realizată în modul arătat sînt prezentate în figura 2 (pentru orizontul inferior) și figura 3 (pentru orizontul mediu).

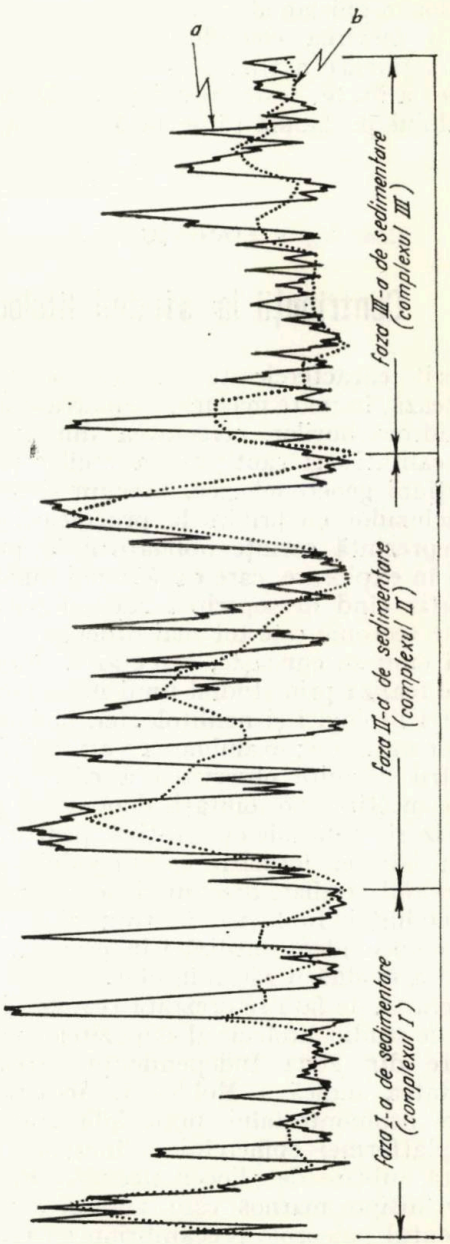


Fig. 2. Variația P.S. în profilul orizontului inferior
a – curba neprelucrată; *b* = curba tendinței.

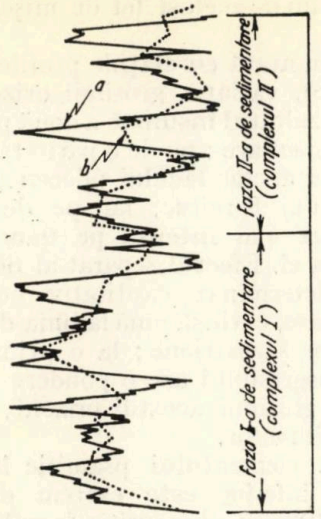


Fig. 3. Variația P.S. în profilul orizontului mediu: *a* — curba neprelucrată; *b* — curba de tendință.

Caracterele litologice ale orizontului inferior

Orizontul inferior al pliocenului acoperă transgresiv relieful de eroziune al fundamentului. În consecință, principalele sale caracteristici și îndeosebi grosimea, litofaciesul, ritmicitatea litotopilor ș.a. au fost foarte mult influențate de relieful substratului în epoca depunerii și a compactării sedimentelor, iar eventualele necorespondențe între caracterele litologice ale orizontului și actuala morfologie a suprafeței fundamentale se datorează modificărilor tectonice ulterioare din configurația fundamentului.

Harta structurală cu izobate la baza orizontului arată că fundamentul cristalin prezintă o ridicare orientată nord-sud, ca o creastă cu două proeminențe separate între ele printr-o șa de eroziune (fig. 4), a cărei denivelare atinge 100 m.

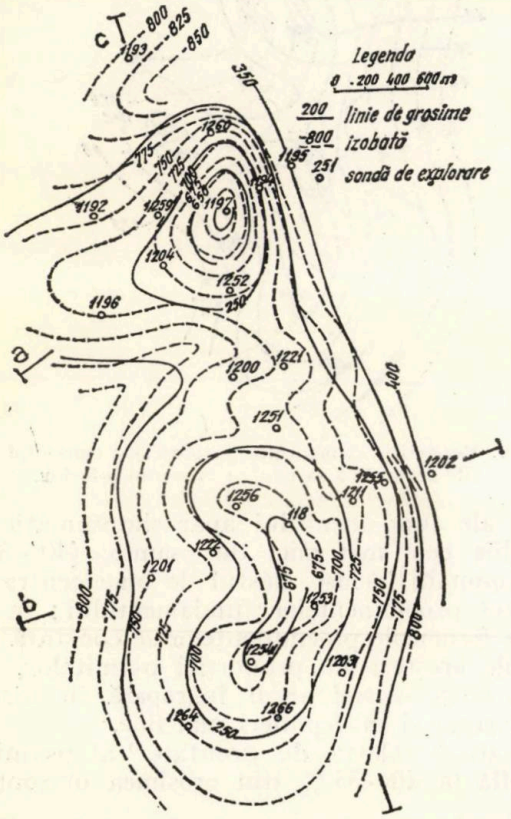


Fig. 4. Harta reliefului fundamentului și al grosimii orizontului inferior.

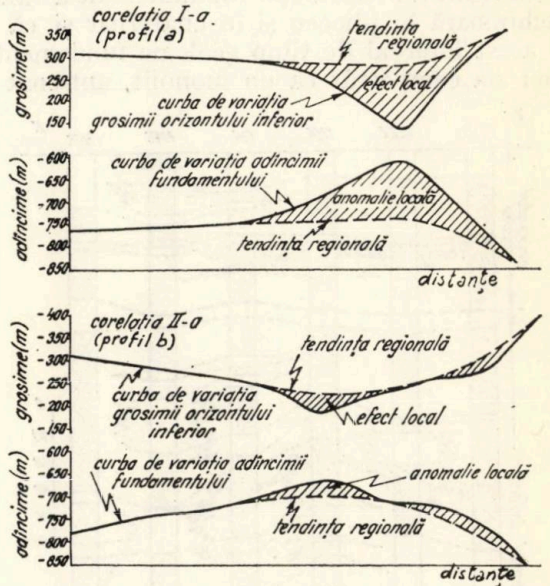


Fig. 5. Diagrame de corelație între relieful fundamentului și grosimea orizontului inferior al pliocenului.

Grosimea acestui orizont variază aproape perfect cu adîncimea fundamentului; ea depășește 400 m pe flancurile proeminențelor fundamentului, iar în șaua dintre ele grosimea se reduce progresiv spre centrul proeminențelor la 140—160 m. În general, între izobatele suprafeței fundamentului și izochorele orizontului

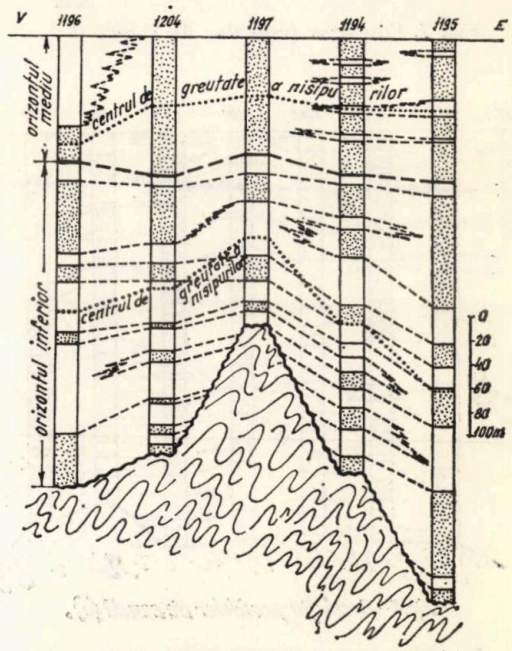


Fig. 6. Corelația profilelor de sondă (*a*).

există un deplin paralelism, care exprimă strînsa dependență a grosimii orizontului inferior de morfologia fundamentului. În plus, diagrama de corelație între cei doi parametri (fig. 5) arată clar că corelația dintre parametrii considerați se constată, atît la nivelul componentei regionale, cît și la nivelul componentei locale. De aici derivă o primă indicație că configurația suprafeței fundamentale a rămas neschimbată în pliocen și în cuaternar și că în tot acest interval de timp geologic fundamentul zonei s-a comportat ca un monolit, antrenat în totalitatea lui de același fel de mișcări tectonice oscilatorii.

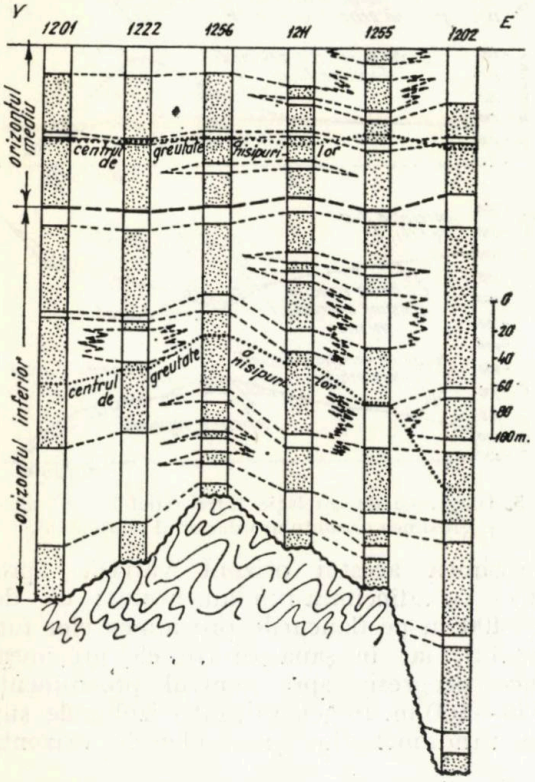


Fig. 7. Corelația profilelor de sondă (*b*).

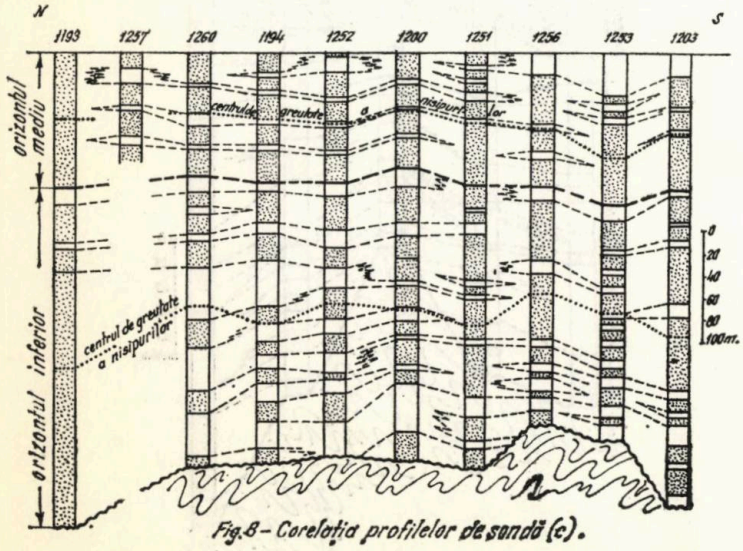


Fig. 8. Corelația profilelor de sondă (*c*).

După cum arată corelațiile profilelor de sondă (fig. 6, 7, 8), variația grosimii orizontului inferior este rezultatul însumat a două procese geologice sinsedimentare : pe de o parte transgresiunea progresivă a apelor lacului pliocen peste creasta fundamentului hercinic, iar pe de altă parte, sedimentarea mai intensă pe flancurile crestei decît pe axa ei. Efectul separat al fiecărui proces poate fi determinat cantitativ considerînd o zonă mai mare, extinsă pînă la linia de răspîndire a terenurilor sarmațiene ; la o primă apreciere, efectul transgresiunii are o pondere de 60—65 % în variația grosimii acestui orizont, restul revenind celuilalt factor.

Proporția elementului psamitic în alcătuirea orizontului inferior este extrem de variabilă, între 40 și 90 %, cu o repartiție destul de conformă cu morfologia reliefului fundamental și cu grosimea orizontului (fig. 9). În părțile cele mai ridi-

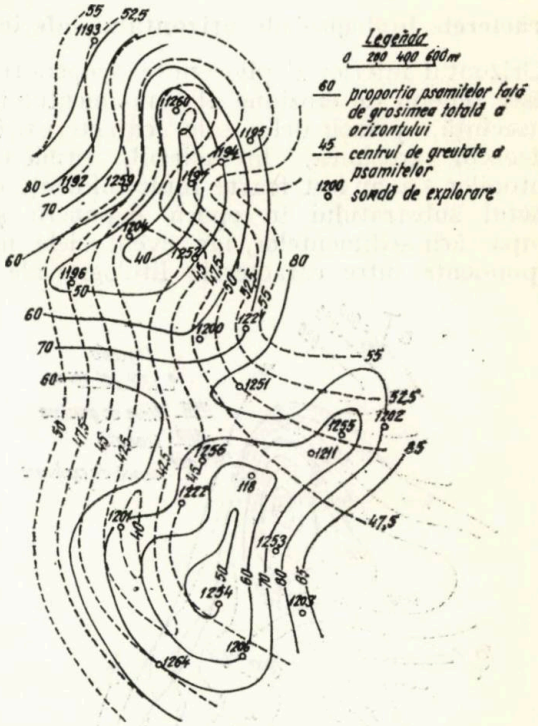


Fig. 9. Repartiția elementului psamitic și a centrului relativ de greutate a sa pentru orizontul inferior.

cate ale fundamentului apar simptomatic proporțiile cele mai mici de psamite (40—50 %), ca anomalii închise, destul de bine centrate pe apexul proeminențelor fundamentului ; în șaua și pe flancurile proeminențelor se constată apreciabile creșteri ale proporției psamitelor, ca și cum baza crestei ar fi îngropată în nisipuri, iar coama ei în depuneri mai fine.

Centrul relativ de greutate*) al psamitelor se află la 40—55 % din grosimea orizontului,

*) Sensul și modul de calcul au fost adoptate după Krumbein și Sloss (1963).

sub limita lui superioară, adică ocupă, în general, un interval relativ îngust, situat la mijlocul orizontului. Aceasta arată că psamitele au o repartiție destul de egală în cele două jumătăți ale orizontului (fig. 6, 7, 8 și 9). Harta centrului de greutate permite constatarea că acesta are valoare mai mare pe flancurile crestei decît în partea sa centrală, ca urmare a faptului că pe flancuri nisipurile sînt oarecum mai bine reprezentate în jumătatea inferioară a orizontului, comparativ cu jumătatea lui superioară. De aici se deduce că în timpul depunerii jumătății inferioare a orizontului, fundamentul era puțin mai ridicat decît în epoca depunerii jumătății superioare, ocazionînd sedimentarea unui material mai bogat în elementul psamitic, evident, cu un ritm mai intens pe flancurile crestei.

Cu grosimi diferite, stratele de nisipuri se eșalonează pe toată grosimea orizontului, frecvent schimbînd poziția de la o sondă la alta, ceea ce presupune importante variații litofaciale, cu treceri uneori bruște la marne și argile, sugerînd depunerea în condițiile unor curenți subacvatici activi. Numai relativa rigiditate a fundamentului a împiedicat instalarea, în această zonă, a regimului deltaic de sedimentare. În aceste condiții devine dificilă stabilirea ciclurilor de depunere, ca și corelarea stratelor de la o sondă la alta. Analiza tendinței litofaciale, prin metoda nivelării, face posibilă relevarea caracterului litologic de fond. Procedînd în acest mod, se poate constata că depunerea orizontului inferior a cunoscut trei faze principale. În faza inițială fundamentul s-a scufundat relativ repede și a fost acoperit de terenuri predominant marnoase-argiloase (exceptînd pachetul bazal, nisipos); în faza medie fundamentul s-a ridicat ușor, apele și-au redus adîncimea, iar depunerile au fost, în cea mai mare parte, nisipoase; în faza terminală, fundamentul a avut o nouă mișcare de scufundare, care a determinat depuneri predominant marnoase-argiloase (fig. 2).

Caracterele litologice ale orizontului mediu

Este de admis că orizontul mediu s-a depus peste orizontul inferior care nivela și îngropa toate neregularitățile morfologice ale fundamentului și că, prin urmare, fundul bazinului în care s-a format avea un relief relativ orizontal, plan. Ar urma de aici că sedimentogeneza orizontului mediu ar fi independentă de relieful fundamental, de unde ar putea deriva diferențieri importante între caracterele litologice ale acestui orizont și caracterele litologice ale orizontului inferior. În realitate însă, unele observații infirmă această presupunere.

Dacă examinăm raporturile în care se găsesc cele două orizonturi și caracterele complexelor de strate de la limita dintre ele, se deduce că orizontul mediu nu este în continuitate de sedimentare peste orizontul inferior ci între cele două faze de depunere a existat o fază de eroziune discretă. Astfel, sub complexul nisipos cu valoare de orizont-reper din baza orizontului mediu se întîlnește un pachet marnos terminal al orizontului inferior, a cărui grosime se schimbă pe distanțe mici, de ordinul sutelor de metri. Acest pachet este, aproape fără excepție, mai subțire în sectoarele în care fundamentul prezintă proeminențe, comparativ cu sectoarele în care fundamentul este mai adînc. Desigur, această deducție este practic imposibil de verificat cu argumente paleontologice în condițiile în care lipsesc probe de roci extrase din el.

Dacă admitem asemenea raporturi între cele două orizonturi, înseamnă că încă înainte de începerea sedimentării orizontului mediu, orizontul inferior se compactase în mare parte, își modificase structura inițială orizontală și mula foarte larg relieful fundamentului. Astfel, cînd la finele meoțian-ponțianului fundamentul a suferit o slabă mișcare de ridicare, au fost supuse eroziunii discrete acele sectoare ale orizontului inferior care erau mai ridicate structural și care îmbrăcau foarte larg proeminențele fundamentului constituite ca deformări de tasare diferențiată.

Grosimea orizontului mediu este mai constantă decît aceea a orizontului inferior; ea variază între 100 și 150 m (fig. 10), adică în limitele a $\pm 25\%$ (față de $\pm 50\%$ pentru orizontul inferior). Din examinarea corelațiilor profilelor de sondă (fig. 6, 7, 8) rezultă că între grosimea orizontului mediu și relieful funda-

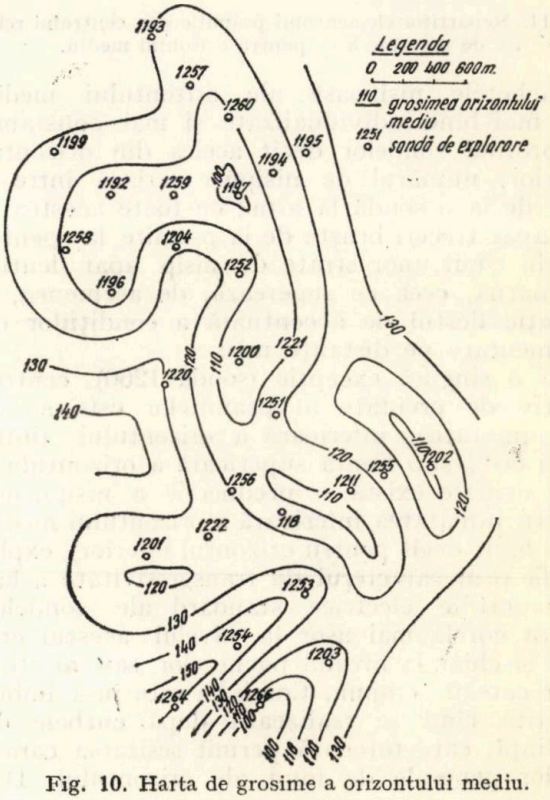


Fig. 10. Harta de grosime a orizontului mediu.

mentului nu există o legătură strînsă, după cum este și de așteptat.

Proporția față de grosimea totală a orizontului este, în general, în avantajul nisipurilor. În cea mai mare parte a suprafeței cercetate, nisipurile depășesc 50%, ajungînd în două sonde la 100%. Aproximativ în partea centrală a crestei fundamentului se constată cea mai ridicată proporție de nisip, dar pe flancuri aceasta se reduce la valori sub 50% (fig. 11).

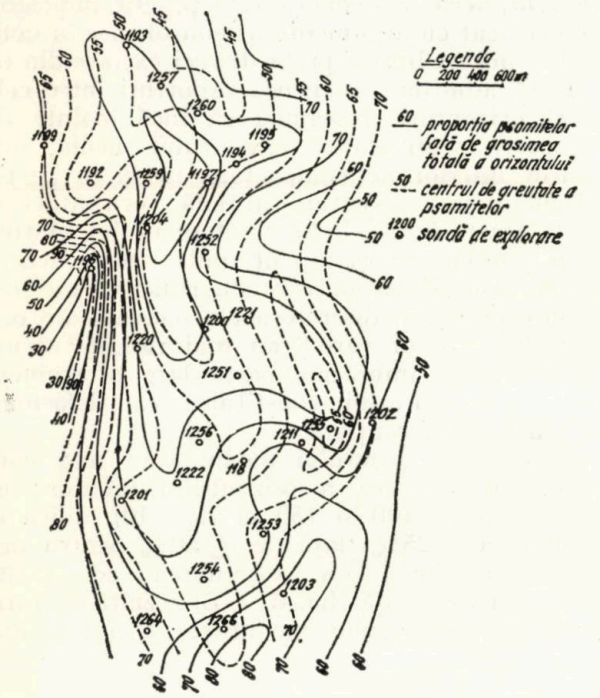


Fig. 11. Repartiția elementului psamitic și a centrului relativ de greutate a sa pentru orizontul mediu.

Pachetele nisipoase ale orizontului mediu sînt mai bine individualizate și mai constante în profilul sondelor decît acelea din orizontul inferior, numărul de nisipuri variază între 1 și 5, de la o sondă la alta; cu toate acestea și aici apar treceri bruște de la psamite la pelite, sau în sînul unor strate de nisip apar lentile de marnă, ceea ce sugerează, de asemenea, o variație destul de accentuată a condițiilor de sedimentare pe distanțe mici.

Cu o singură excepție (sonda 1260), centrul relativ de greutate al psamitelor este situat în jumătatea inferioară a orizontului (între 50 și 86% sub limita superioară a orizontului). Prin urmare există o predilecție a nisipurilor pentru jumătatea inferioară a orizontului mediu (mai mult decît pentru orizontul inferior), explicabilă prin caracterul de transgresivitate a lui.

Diagrafiile electrice standard ale sondelor se pot corela mai ușor la nivelul acestui orizont și chiar la nivelul pachetelor sau al stratelor care îl compun. Corelația este însă îmbunătățită cînd se realizează după curbele de tendință, care totodată permit sesizarea caracterelor generale de fond ale orizontului. Din acest punct de vedere, orizontul mediu apare cu un fond aproape exclusiv nisipos în jumătatea inferioară, care în jumătatea superioară se atenuează treptat, prin creșterea conținutului pelitic (fig. 3). Se deduce de aici că în prima parte sedimentarea s-a realizat în condițiile unei ape puțin adînci, compensînd scufundarea fundului bazinului, iar în a doua parte, sedimentarea s-a realizat în condițiile unei ape mai adînci, ca urmare a faptului că scufundarea devenise mai intensă. Caracterul subcompensatoriu al sedimentării din jumătatea superioară a orizontului mediu se va accentua în timpul depunerii orizontului superior al pliocenului.

Concluzii

Studiul litologic al pliocenului din zona Independența permite desprinderea unor concluzii cu privire la condițiile și la evoluția sedimentării în timpul meoțianului, ponțianului și dacianului.

Condițiile de depunere a terenurilor meoțiene au fost influențate, în mare măsură, de morfologia suprafeței fundamentului; în timp, această influență a slăbit treptat, încît ea nu se mai resimte în epoca depunerii dacianului. În acest mod s-a trecut de la sedimentarea diversificată, adesea cu caracter neregulat, cu treceri frecvente și bruște de la nisipuri la marne (meoțian), la sedimentarea liniștită, uniformă, cu schimbări litofaciale mai rare, în care litotopii au o constanță mai mare în suprafață (dacian).

Mișcările de oscilație pe verticală ale fundamentului au fost lente și alternante. În timpul depunerii complexului I al orizontului inferior, ele au avut un caracter negativ, cînd scufundarea nu era compensată de sedimentare; ulterior s-a produs o lentă și ușoară ridicare, odată cu depunerea complexului II, după care s-a reinstalat o fază de scufundare, în timpul depunerii complexului III. La finele meoțian-ponțianului a avut loc o ridicare mai importantă, care a permis instalarea unei scurte și discrete faze de eroziune, după care, în dacian, fundamentul a început să coboare din nou, fenomen însoțit de o sedimentare la început compensatorie, iar mai tîrziu subcompensatorie.

Structura nisipurilor orizontului inferior petrolifer este foarte diversificată, ca stratiformă sau neregulată, ceea ce conferă capcanelor pentru hidrocarburi un caracter litostratigrafic complex, posibil de întîlnit și în alte sectoare ale promontoriului nord-dobrogean îngropat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Krumbein, W.C. și Sloss, L. L. *Stratigraphy and Sedimentation*. W.H. Freeman Co., San Francisco, 1963.

[2] Pirson, S.J. *Geologic Well Log Analysis*. Gulf Publish. Co., Houston, Texas, 1970.

[3] Ruhin, L.B. *Osnovî litologhii*. Gostoptehizdat, Leningrad, 1961.

[4] Harbaugh, J.W. și Merriam, D.F. *Aplicațiile calculatoarelor în geologie*. Ed. tehnică, București, 1972.

Ing. Gr. GUȚU, dr. ing. S. SOCOL,
ing. P. CONSTANTINESCU și ing. E. FORNAZIER

Posibilități de micșorare a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate la injecția ciclică de abur (I)

Metodele de mărire a afluxului de țiței, bazate pe ridicarea temperaturii zonei de strat productiv din jurul sondei, au fost aplicate, sub diferite forme, în șantierele petrolifere, încă în anii 1920 — 1940 [1, 3]. În perioada aceea se urmărea deblocarea zonei stratului productiv din apropierea găurii sondei de depunerile de parafină, ceruri, asfalturi etc., prin ridicarea temperaturii la talpa sondei. În acest scop se injecta, de la suprafață, un fluid încălzit, de obicei țițeiului, care era circulat în sondă sau introdus în stratul productiv pe o distanță relativ mică [5].

În anul 1959 s-au obținut rezultate foarte bune privind intensificarea producției, la zăcămîntul cu țiței vîscos de la Mene Grande — Venezuela, prin injectarea unor debite și cantități ridicate de abur în sonde de țiței și repunerea apoi în producție a acelorași sonde [2]. S-a demonstrat astfel eficiența ridicată a actualei variante de injecție ciclică de abur, după care procedeul s-a extins neîncetat. În prezent, injecția ciclică de abur se utilizează pe scară mare în multe țări cu industrie petroliferă dezvoltată ca : S.U.A., Venezuela, U.R.S.S., Canada ș.a. [1, 4, 6].

În țara noastră se utilizează, de asemenea, cu succes, injecția ciclică de abur pentru intensificarea producției la două zăcăminte cu țiței de mare viscozitate [7, 8, 9, 11].

Inițial procedeul era folosit numai în scopul intensificării producției de țiței vîscos. În ultimii ani s-a trecut la aplicarea injecției ciclice de abur, la unele zăcăminte cu condiții favorabile și pentru mărirea factorului de recuperare a țițeiului [7, 8, 11, 12].

Eficiența metodei este influențată, în mod hotărîtor, de :

a) pierderile de căldură ce au loc din sondă în formațiunile subterane traversate ;

b) de cele ce se produc între zona de strat poductivă încălzită și stratele adiacente ;

c) de raza zonei din jurul sondei pînă la care pătrunde agentul încălzit [10].

În prezenta lucrare, după ce se arată mecanismul procesului de transfer de căldură între țevile de extracție prin care se injectează aburul și formațiunile traversate, se expun unele căi de micșorare a intensității acestui proces.

Celelalte două probleme arătate (pierderile de căldură din stratul productiv în cele adiacente și determinarea razei de pătrundere a agentului cald), vor fi tratate într-o lucrare viitoare.

Procesul termic din sondă și formațiunile traversate

La injecția de abur, o parte din căldură se pierde din cauza fluxului termic ce are loc din sondă în formațiunile traversate, iar în stratul productiv ajunge numai o cantitate de căldură, micșorată corespunzător.

Studierea influenței diferiților parametri asupra procesului de transfer de căldură din sondă în formațiunile traversate permite precizarea posibilităților de micșorare a pierderilor de căldură, respectiv de creștere a eficienței operațiilor de injecție ciclică de abur [10, 13].

1. *Transferul de căldură din țevile de extracție sau coloana de exploatare a sondei în formațiunile traversate*

Transferul de căldură din sondă în stratele traversate, în cazul cînd injecția de lichid se face direct în coloana de exploatare, a fost studiat de Moss T. și White D., care au ținut seama că acest proces are un caracter nestaționar [14]. Sonda a fost considerată ca o sursă liniară de căldură, de lungime infinită, amplasată într-un mediu solid, omogen, de întindere infinită, ceea ce a permis utilizarea soluției dată de Carslaw H.S. și Jaeger J.C. pentru aceste condiții [15]. Admițîndu-se apoi că, fluxul de căldură are loc numai radial, perpendicular pe axa sondei (respectiv transferul de căldură pe verticală este nul), sursa liniară de căldură a putut fi considerată ca o serie continuă de surse punctiforme.

Totodată s-au admis și alte ipoteze simplificatoare cum ar fi : valori medii pentru conductivitatea termică și difuzivitatea termică a stratelor traversate, proprietățile termice ale stratelor nu variază cu temperatura, iar debitul de fluid, respectiv de căldură injectată, este constant.

Ramey H. J., pornind de la lucrarea lui Moss T. și White D., a studiat cazul cînd în țevile de extracție se injectează abur. În această situație căldura se propagă printr-un mecanism mai complex. La început fluxul termic traversează zona inelară cuprinsă între interiorul țevilor de extracție și exteriorul inelului de ciment (deci căldura trece prin peretele țevilor de extracție, spațiul inelar cuprins între țevi și coloană, peretele coloanei de exploatare și peretele inelului de ciment) după care căldura se propagă în zona formațiunilor traversate de sondă. S-a admis că după scurt timp transferul de căldură din prima zonă (gaura de sondă)

ia un caracter staționar și numai cel din a doua zonă (formațiunile traversate) își păstrează caracterul nestaționar.

Ținînd seama de cele expuse și admițînd un coeficient total de transfer termic U în gaura de sondă, Ramey H. J. propune următoarea relație pentru calculul pierderilor de căldură q_{c1}, din sondă în stratele traversate [13]:

$$q_{c1} = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_1 \cdot \lambda_{st} \cdot U}{[\lambda_{st} + r_1 \cdot U \cdot f(\bar{t})]} \left[(T_i - T_{su}) H - \frac{b \cdot H^2}{2} \right]. \quad (1)$$

În varianta cînd injecția de abur se face prin coloana sondei sau cînd spațiul inelar nu este izolat (prin utilizarea de packer sau alt procedeu), coeficientul total de transfer termic U poate fi considerat infinit, iar relația de mai sus devine:

$$q_{c1} = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda_{st}}{f(\bar{t})} \left[(T_i - T_{su}) H - \frac{bH^2}{2} \right]. \quad (2)$$

Notațiile din aceste formule sînt date la sfîrșitul lucrării, iar în cele ce urmează se prezintă unele considerații doar cu privire la funcția $f(\bar{t})$ și coeficientul total de transfer termic U.

Funcția de conducție termică nestaționară a căldurii prin sol $f(\bar{t})$ depinde de condițiile de pe contur și din sondă, respectiv de valorile coeficientului specific total de transfer termic și are valorile indicate în tabelul 1.

funcția $f(\bar{t})$ ia valori corespunzătoare soluțiilor punctiforme clasice ale problemei conducției căldurii într-un cilindru infinit, pentru o temperatură și respectiv un flux de căldură constante în timp.

La valori mari ale timpului adimensional funcția $f(\bar{t})$ nu mai depinde de condițiile din sondă și ia valori practic egale, la deferiți coeficienți totali de transfer termic U. Aceste valori pot fi calculate cu formula [15, 16]:

$$f(\bar{t}) = \frac{1}{2} (\ln \bar{t} + 0{,}80907). \quad (3)$$

Această formulă se poate utiliza într-un domeniu de timp destul de larg avînd în vedere că, la raze relativ mici (cum este de exemplu raza sondei r_5), timpul adimensional $\bar{t}$ depășește cifra de 100 la valori relativ scăzute ale timpului absolut t.

Coeficientul total de transfer termic U poate fi determinat ținîndu-se seama de transferul de căldură ce are loc în sondă, de la interiorul țevilor de extracție pînă la fața formațiunilor traversate. Procesul menționat are un caracter complex și constă din transfer de căldură prin:

a) mecanism de conducție în peretele țevilor de extracție și prin eventualul material izolant de pe acestea;

b) mecanisme de conducție, convecție și radiație care au loc simultan în spațiul inelar dintre țevi și coloană;

Tabelul 1

Valorile funcției $(f\bar{t})$ la diferite valori ale expresiilor $\frac{\alpha t}{r_5^2}$ și $\frac{r_1 U}{\lambda_{st}}$ [17]

$\frac{\alpha t}{r_5^2}$ \ $\frac{r_1 U}{\lambda_{st}}$	0,00	0,05	0,1	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50	100	∞
0,1	—	0,314	0,316	0,323	0,330	0,345	0,373	0,396	0,417	0,433	0,438	0,445
0,2	—	0,424	0,427	0,439	0,452	0,473	0,511	0,538	0,568	0,572	0,578	0,588
0,5	0,052	0,619	0,623	0,644	0,666	0,698	0,745	0,772	0,790	0,802	0,806	0,811
1,0	0,400	0,806	0,811	0,842	0,872	0,910	0,958	0,984	1,00	1,01	1,01	1,02
2,0	0,70	1,03	1,04	1,08	1,11	1,15	1,20	1,22	1,24	1,24	1,25	1,25
5,0	1,21	1,37	1,38	1,44	1,48	1,52	1,56	1,57	1,58	1,59	1,59	1,59
10,0	1,56	1,66	1,67	1,73	1,77	1,81	1,84	1,86	1,86	1,87	1,87	1,88
20,0	1,90	1,97	1,99	2,05	2,09	2,12	2,15	2,16	2,16	2,17	2,17	2,17
50,0	2,36	2,40	2,42	2,48	2,51	2,54	2,56	2,57	2,57	2,57	2,58	2,58
100,0	2,71	2,74	2,75	2,81	2,84	2,86	2,88	2,89	2,89	2,89	2,89	2,90

În cazurile extreme, cînd:

$$\frac{r_1 U}{\lambda_{st}} = \infty \text{ sau } \frac{r_1 U}{\lambda_{st}} = 0$$

c) mecanism de conducție în peretele coloanei de exploatare;

d) mecanism de conducție în inelul de ciment.

Avînd în vedere cele de mai sus și relațiile cla-

sice din literatură, rezistivitatea termică din gaura de sondă se poate exprima cu relația [15, 13, 10, 17]:

$$\frac{1}{U} = r_1 \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{\lambda_{oț}} + r_1 \frac{\ln \frac{r_{iz}}{r_2}}{\lambda_{iz}} + \frac{1}{U_{dv} + U_r} + r_1 \frac{\ln \frac{r_4}{r_3}}{\lambda_{oț}} + r_1 \frac{\ln \frac{r_5}{r_4}}{\lambda_{cim}}. \quad (4)$$

Se vede că termenii din dreapta relației (4) corespund transferului de căldură prin țevile de extracție (primul termen), prin materialul izolant de pe aceste țevi (al doilea termen), prin spațiul inelar (al treilea termen) ș.a.m.d.), conform procesului complex de transfer de căldură arătat mai sus.

Se cunoaște că coeficientul de conductivitate termică λ are valori relativ mari pentru oțel (40 — 50 kcal/h.m.°C) comparativ cu alte materiale, cum ar fi piatra de ciment (0,16 — — 0,77 kcal/m.h.°C) sau azbestul (0,03 kcal/ /m.h.°C), așa cum rezultă din tabelul 2.

Tabelul 2

Coeficienții de conductivitate termică pentru unele materiale (solide, lichide sau gazoase) la diferite temperaturi

λ, kcal/h. m. °C / Materialul	Temperatura 20 °C	100 °C	200 °C	300 °C
Oțel	52	49	45	40
Fontă	43	42	30	34
Cupru tehnic	300	—	—	—
Aluminiu tehnic	175	177	197	234
Oțel cu nichel (5 % Ni)	30	—	—	—
Fe—Ni (35 % Ni)	9,5	—	—	—
Monel (29 %Cu + + 67 %Ni+2 %Fe)	19	—	—	—
Bronz-Al (95 %Cu+ + 5 %Al).	92	94	95	98
Beton uscat (piatră ciment)	0,16—0,77	—	—	—
Sol natural	0,50—2,1	—	—	—
Sticlă	0,40—0,9	—	—	—
Cauciuc	0,1 —0,2	—	—	—
Piatră de calcar	0,1 —2,0	—	—	—
Șamotă	0,6	—	—	—
Azbest	0,03	—	0,12	0,14
Vermiculit	0,06	—	0,11	0,12
Vată de sticlă	0,03	—	—	—
Apă	0,51	0,58	—	—
Păcură	0,10	0,11	—	—
Aer	0,0204	0,0259	0,0314	0,0361
Azot (N_2)	0,0201	0,0258	—	—
Abur (de H_2O)	—	0,0201	0,0258	0,0315

Rezultă deci că primul și al patrulea termen din relația (4) pot fi neglijați. După formula astfel simplificată se pot determina valorile coeficientului total de transfer termic U, în mai multe variante de echipare a sondei [9, 17].

Ulterior, mai mulți cercetători (Leutwyler K., Bigelow H. L., Satter A.) au redus numărul ipotezelor simplificatoare și au elaborat relații mai exacte pentru determinarea pierderilor de căldură. Acestea conduc însă la diferențe puțin importante. De aceea, pentru calcule practice, se recomandă utilizarea relațiilor (1) și (2) de mai sus [10].

Un exemplu de calcul, pentru condițiile unui zăcămînt cu țiței vîscos din Schela M. din R. S. România, este prezentat în anexa 1.

2. *Valoarea temperaturii în gaura de sondă*

În cazul injectării unui lichid cald în sondă, variația temperaturii T_1 din țevile de extracție cu adîncimea H și cu timpul t, în ipotezele acceptate de Ramey H. J., este dată de relația [13]:

$$T_1(H \cdot t) = b \cdot H + T_{su} - b \cdot A + (T_i + b \cdot A - T_{su}) \cdot e^{-H/A}. \quad (5)$$

Expresia temperaturii la exteriorul coloanei de exploatare T_2 este:

$$T_2(H \cdot t) = \frac{r_1 \cdot U \cdot f(\tilde{t}) \cdot T_1 - \lambda_{st}(b \cdot H + T_{su})}{\lambda_{st} + r_1 \cdot U \cdot f(\tilde{t})}. \quad (6)$$

În cazul cînd în sondă se injectează gaze încălzite, temperatura din interiorul țevilor de extracție va fi:

$$T_1(H \cdot t) = b \cdot H + T_{su} - A\,(b + B) + [T_i + A(b + B) - T_{su}] \cdot e^{-H/A}. \quad (7)$$

Notațiile din aceste formule sînt explicate la sfîrșitul lucrării, iar prin A și B s-au notat expresiile:

$$A = \frac{q_i \cdot c_i \,[\lambda_{st} + r_1 \cdot U \cdot f(\tilde{t})]}{2\pi \cdot r_1 \cdot U \cdot \lambda_{st}} \quad (8)$$

$$B = \frac{1}{427 \cdot c_i}. \quad (9)$$

Dacă în sondă se injectează abur saturat, atunci căldura necesară pentru acoperirea pierderilor în formațiunile traversate conduce la condensarea parțială a aburului. Prin urmare în acest caz, temperatura în țevile de extracție se va menține practic constantă, avînd o valoare determinată de presiunea din interiorul țevilor de extracție [10, 13].

3. *Determinarea cantității de căldură și a calității aburului la talpa sondei*

Fluxul termic q_{ci} introdus la gura sondei, în cazul injectării unui debit constant de abur q de calitate (titlu) X_0, este dat de relația :

$$q_{ci} = q_i\,[X_0 I_{ab} + (1-X_0)I_a]. \qquad (10)$$

Înmulțind expresia de mai sus cu timpul t, se obține cantitatea cumulată de căldură injectată în sondă la suprafață în acest timp, respectiv :

$$Q_{ci} = q_i t[X_0 I_{ab} + (1-X_0)\,I_a]. \qquad (11)$$

Fluxul termic q_{c2} la intrarea în stratul productiv se obține prin diferența dintre fluxul termic de la suprafață q_{ci} relația (10) și pierderile de căldură în formațiunile traversate q_{c1} relația (1), respectiv [10] :

$$q_{c2} = q_{ci} - q_{c1} = q_i\,[X_0 I_{ab} + (1 - X_0)I_a] - \\ - \frac{2\pi \cdot r_1 \cdot \lambda_{st} \cdot U}{[\lambda_{st} + r_1 \cdot U \cdot f(\tilde{t})]}\left[(T_i - T_{su})\,H - \frac{b \cdot H^2}{2}\right]. \qquad (12)$$

Înmulțind expresia (12) cu timpul t se obține cantitatea cumulată de căldură Q_{c1} ce intră în stratul productiv în acest timp. Totodată, dacă în relația (11) se introduce calitatea ce o are aburul la intrarea în stratul productiv X_{sp}, se obține :

$$Q_{c1} = q_i \cdot t \cdot [X_{sp}\,I_{ab} + (1 - X_{sp})\,I_a]. \qquad (13)$$

Avînd în vedere că pierderile de căldură în formațiunile traversate se acoperă printr-o micșorare a calității aburului cu o cotă X_f (respectiv $X_f = X_0 - X_{sp}$), așa cum s-a menționat anterior, cantitatea cumulată de căldură pierdută în formațiunile traversate de sondă este dată de relația :

$$Q_{c2} = q_i \cdot t \cdot X_f\,(I_{ab} - I_a). \qquad (14)$$

În continuare, luînd valoarea lui X_f din relația (14) pentru calitatea aburului la intrarea în stratul productiv X_{sp} se poate scrie :

$$X_{sp} = X_0 - X_f = X_0 - \frac{Q_{c2}}{q_i \cdot t\,(I_{ab} - I_a)}. \qquad (15)$$

Din analiza relației (15) se vede că în domeniul în care :

$$X_0 \leqslant \frac{Q_{c2}}{q_i \cdot t\,(I_{ab} - I_a)}, \qquad (16)$$

calitatea aburului la intrarea în stratul productiv X_{sp} are valoarea zero sau negativă. Aceasta înseamnă că pentru acoperirea pierderilor de căldură, condensează, în acest caz, întreaga cantitate de abur, respectiv în stratul productiv ajunge numai apă caldă.

Un exemplu de calcul al cantității de căldură și al calității aburului saturat, la trecerea din sondă în stratul productiv, este prezentat în anexa 1.

ANEXA 1

Determinarea cantității de căldură și a calității aburului saturat la trecerea din sonda în stratul productiv

Pentru obținerea unei operații eficiente de injecție ciclică de abur este necesar să se calculeze cantitatea de căldură și calitatea aburului la intrarea în stratul productiv, cunoscînd parametrii de injecție. Prin aceasta se poate verifica efectul de reducere a pierderilor de căldură prin diferite căi practice posibile.

În continuare, se prezintă formulele de calcul recomandate în acest scop și un exemplu numeric.

1. Date de calcul

S-au luat în considerare datele pentru un zăcămînt cu țiței vîscos din schela M [7, 8, 11], în cazul injecției de abur saturat de calitate $X_0 = 100\%$ și anume : $T_i = 200{,}4°C$; $T_{su} = 11°C$; $P_{inj} = 15$ kgf/cm² ; $I_{ab} = 666{,}9$ kcal/kgf ; $I_a = 204$ kcal/kgf ; $q_i = 8$ t/h $= 1000.8$ kg/h ; $b = 0{,}031°C/m$; $U = 12{,}5$ kcal/h. m².°C ; $r_1 = 0{,}031$ m ; $r_5 = 0{,}122$ m ; $\alpha = 0{,}00371$ m²/h ; $\lambda_{st} = 2{,}08$ kcal/m.h.°C ; $H = 200$ m.

2. Entalpia aburului

În cazul cînd se lucrează cu abur saturat de calitate mai mică decît 100%, de exemplu pentru $X_0 = 80\%$, entalpia acestui abur se determină cu relația :

$$I = \frac{X_0}{100} I_{ab} + \left(1 - \frac{X_0}{100}\right) I_a = \frac{80}{100} 666{,}9 + \\ + \left(1 - \frac{80}{100}\right) 204 = 573{,}8 \text{ kcal/kgf}.$$

În cazul studiat, s-a utilizat însă abur de calitate 100 % ușor supraîncălzit cu entalpia de $I = 675{,}4$ kcal/kgf.

3. Cantitatea cumulată de căldură injectată la gura sondei

Această cantitate este dată de relația :

a) pentru prima zi ($t = 24$ ore) :

$$Q_{ci} = 1000 \cdot q_i \cdot t \cdot I = 1000 \cdot 8 \cdot 24 \cdot 675{,}4 = 129{,}6 \cdot 10^6 \text{ kcal}$$

b) pentru ziua a zecea ($t = 240$ ore) :

$$Q_{ci} = 1000 \cdot 8 \cdot 240 \cdot 675{,}4 = 1296 \cdot 10^6 \text{ kcal}.$$

Rezultatele obținute pentru fiecare zi la o operație de injecție a aburului cu o durată de 10 zile sînt date în tabelul 3 coloana 2.

4. Cantitatea de căldură ce se pierde în stratele traversate

4.1. Fluxul termic orar ce trece din sondă în formațiunile traversate se determină cu relația (1) și pentru datele luate în considerare, în ziua a zecea ($t = 240$ ore), va fi :

$$q_{c1} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}031 \cdot 2{,}08 \cdot 12{,}5}{[2{,}08 + 0{,}031 \cdot 12{,}5 \cdot 2{,}45]}\left[(200{,}4 - 11)200 - \right. \\ \left. - \frac{0{,}031 \cdot 200^2}{2}\right] = 0{,}0615 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}.$$

Tabelul 3

Variația zilnică a parametrilor unei operații de injecție ciclică de abur cu un debit de abur $q_i = 8$ t/h și o durată totală de 10 zile, pentru cazul $U = 12{,}5$ kcal/h. m². °C și $X_0 = 100\%$

Ziua de la începerea injecției de abur	Cantitatea cumulată de căldura injectată la gura sondei mil. kcal	Pierderi de căldură din sondă		Căldura intrată în stratul productiv		Calitatea aburului la intrarea în stratul productiv, %
		zilnic mil.kcal	cumulat mil.kcal	zilnic mil.kcal	cumulat mil.kcal	
1	129,6	1,715	1,715	127,885	127,885	98,12
2	259,0	1,660	3,375	127,940	255,825	98,15
3	388,0	1,605	4,980	127,995	383,820	98,17
4	518,0	1,580	6,560	128,020	511,840	98,20
5	648,0	1,570	8,130	128,030	639,870	98,22
6	778,0	1,550	9,680	128,050	767,920	98,23
7	908,0	1,530	11,210	128,070	895,990	98,25
8	1036,0	1,510	12,720	128,090	1024,080	98,26
9	1166,0	1,485	14,205	128,115	1152,195	98,27
10	1296,0	1,475	15,680	128,125	1280,320	98,28

Valoarea funcției $f(\bar{t})$ se determină după tabele de genul tabelului 1, cu ajutorul relației aproximative (3) sau după grafice prezentate în literatura de specialitate [13].

În acest scop se determină valoarea expresiilor:

$$\frac{\alpha t}{r_5^2} = \frac{0{,}00371 \cdot 240}{0{,}122^2} = 60{,}1$$

$$\frac{r_1 U}{\lambda_{st}} = \frac{0{,}031 \cdot 12{,}5}{2{,}08} = 0{,}186$$

se obține $f(\bar{t}) = 2{,}45$.

4.2. Fluxul termic ce trece zilnic din sondă în stratele traversate se obține prin înmulțirea cu 24 a valorii lui q_{c1} pentru ziua ce interesează, astfel pentru ziua a zecea va fi:

$$q_{c4} = 24 \cdot 0{,}0615 \cdot 10^6 = 1{,}475 \cdot 10^6 \text{ kcal/zi.}$$

Pentru fiecare zi din cele 10 zile de injecție, valorile lui q_{c4} astfel calculate sînt prezentate în tabelul 3, coloana 3.

4.3. Cantitatea de căldură cumulată ce se pierde în stratele traversate este dată, pe zile, în tabelul 3, coloana 4. Calculul ei se face prin însumarea pierderilor zilnice. Astfel, de exemplu, pentru ziua a treia va fi:

$$Q_{c2} = \sum_{i=1}^{n=3} q_{c4} = (1{,}715 + 1{,}660 + 1{,}605) \cdot 10^6 = 4{,}98 \cdot 10^6 \text{ kcal.}$$

5. Cantitatea de căldură ce intră din sondă în stratul productiv

5.1. Fluxul termic ce trece zilnic din sondă în stratul productiv se determină scăzînd din cantitatea de căldură introdusă zilnic la suprafață ($q_{c3} = 1000 \cdot q_i \cdot 24 \cdot I$), valoarea din ziua respectivă a pierderilor de căldură în formațiunile traversate. De exemplu, pentru ziua a zecea se poate scrie:

$$q_{c2} = q_{c3} - q_{c4} = 129{,}6 \cdot 10^6 - 1{,}475 \cdot 10^6 = 128{,}125 \cdot 10^6 \text{ kcal/zi.}$$

Valorile astfel obținute sînt trecute, pentru fiecare zi, în tabelul 3, coloana 5.

5.2. Cantitatea de căldură cumulată ce intră din sondă în stratul productiv, după un număr de zile, se obține prin însumarea cantităților zilnice q_{c2}. Pentru ziua a treia:

$$Q_{c1} = \sum_{i=1}^{n=3} q_{c2} = (127{,}885 + 127{,}940 + 127{,}995) \cdot 10^6 =$$

$$= 383{,}820 \cdot 10^6 \text{ kcal.}$$

Valorile obținute pentru fiecare zi a procesului de injecție a aburului sînt trecute în tabelul 3, coloana 6.

6. Calitatea aburului la intrarea în stratul productiv

Determinarea calității aburului la trecerea din sondă în stratul productiv se face după relația (15), în care calitatea aburului la suprafață X_0 se ia în procente, iar ultimul termen din formulă se înmulțește cu 100, pentru a se exprima, de asemenea, în procente. Pentru o durată a injecției de 10 zile se obține:

$$X_{sp} = 100 - \frac{15{,}68 \cdot 10^6}{1000 \cdot 8 \cdot 240\ (675{,}4 - 204)} \cdot 100 = 98{,}28\ \%.$$

Rezultatele după fiecare interval de injecție format dintr-un număr dat de zile sînt prezentate în tabelul 3 coloana 7.

Lista notațiilor

r_1 — raza interioară a țevilor de extracție, m;
r_2 — raza exterioară a țevilor de extracție, m;
r_{iz} — raza exterioară a stratului de material izolant aplicat la exteriorul țevilor de extracție, m;
r_3 — raza interioară a coloanei de exploatare, m;
r_4 — raza exterioară a coloanei de exploatare, m;
r_5 — raza exterioară a inelului de ciment, m;
$\bar{t} = \frac{4\alpha t}{r_5^2}$ — timpul adimensional;
t — timpul, ore;
$\alpha = \frac{\lambda_{st}}{\gamma_{st} c_{st}}$ — difuzivitatea termică a stratelor traversate de sondă, m²/h;
λ_{st} — coeficient de conductivitate termică al stratelor traversate, kcal/h.m.°C;
λ_{of} — Idem pentru oțel;
λ_{iz} — Idem pentru materialul izolant;
λ_{cim} — Idem pentru inelul de ciment;
γ_{st} — greutatea specifică a stratelor traversate, kgf/m³;
c_i — căldura specifică a agentului injectat, kcal/kg.°C;
c_{st} — căldura specifică a stratelor traversate, kcal/kg.°C
T_i — temperatura fluidului injectat, °C;
T_{su} — temperatura geotermică la suprafață, °C;
b — gradientul geotermic, °C/m;
H — adîncimea sondei, m;
q_i — debitul de agent cald injectat, kg/h;
q_{ci} — fluxul termic la gura sondei, kcal/h;
q_{c1} — fluxul termic din sondă în formațiunile traversate, kcal/h;

q_{c2} — fluxul termic din sondă în stratul productiv (la talpa sondei), kcal/h;
q_{c3} — fluxul termic la gura sondei, kcal/zi;
q_{c4} — fluxul termic din sondă în formaţiuile traversate, kcal,/zi;
q_{c5} — fluxul termic din sondă în stratul productiv, kcal/zi;
Q_{ci} — cantitatea cumulată de căldură injectată în sondă la suprafaţă, kcal;
Q_{c1} — cantitatea cumulată de căldură care trece din sondă în stratul productiv, kcal;
Q_{c2} — cantitatea cumulată de căldură, pierdută din sondă în formaţiunile traversate, kcal;
X_0 — calitatea aburului (titlu) la intrarea în sondă, fracţie zecimală (sau %);
X_f — cota cu care se micşorează calitatea aburului pentru a acoperi prin condensare pierderile de căldură din sondă în formaţiunile traversate, fracţie zecimală;
X_{sp} — calitatea aburului la intrarea din sondă în stratul productiv;
I_{ab} — entalpia vaporilor de apă la temperatura de injecţie, kcal/kg;
I_a — entalpia apei lichide la temperatura de injecţie, kcal/kg;
U — coeficient total de transfer termic în sondă de la agentul cald la faţa formaţiunilor traversate, kcal/h.m².°C;
U_{dv} — coeficient de transfer termic în spaţiul inelar al sondei prin conductivitate şi convecţie, kcal/h.m².°C;
U_r — coeficient de transfer termic în spaţiul inelar al sondei prin radiaţie, kcal/h.m².°C.

BIBLIOGRAFIE

[1] Harmsen, G.J. *Oil recovery by hot water and steam injection.* Eight World Petr. Congress, Moskwa, 1971.
[2] Haan, H.J. şi Lookeren, L. *Early results of the first large-scale steam soak project in the Tia Juana Field, Western Venezuela.* Journal of petroleum technology, ian. 1969.
[3] Ugolev, V.S. şi Musinov, V.I. *Termiceskie metodî v dobîce nefti.* Gostoptehizdat, 1959.
[4] Oganov, K.A. *Osnovî teplovogo vozdeistvia na neftianoi plast.* Izdatelstvo Nedra 1967.
[5] Evghenide, C., Socol, S. şi Voiculescu, I. *Tratarea termică a zonei de fund a sondelor.* Petrol şi Gaze nr. 5, 1956 şi nr. 6, 1956.
[6] Burns, J. *A Review of steam soak operations in California.* Journal of petroleum technology, ian. 1969.
[7] Guţu, M. *Studiu geologic privind estimarea rezervelor de hidrocarburi dintr-un zăcămînt cu ţiţei vîscos din Schela M şi stabilirea măsurilor pentru realizarea factorului final de recuperare estimat.* Arhiva Schelei, 1971.
[8] Guţu, Gr. *Consideraţii asupra aplicării unui proces de injecţie ciclică de abur.* Petrol şi Gaze, nr. 4, 1971.
[9] Socol, S. *Stabilirea tehnologiei injecţiei ciclice de abur în condiţiile din R.S. România şi a unor obiective în vederea aplicării pe scară largă a metodei.* Tema ICPPG—P.18.34.1/1967.
[10] Socol, S. *Cercetări privind intensificarea afluxului de ţiţei în sonde prin metode termice.* Teză de doctorat. IPGG, Bucureşti, 1973,
[11] Bălteanu, I., Guţu, Gr. şi Socol, S. *Posibilităţi de aplicare a metodelor termice de exploatare a unui zăcămînt de ţiţei vîscos din Schela M.* Tema ICPPG — 31n.b/1973.
[12] Sherwin, D. Yoelin. *The TM sand steam stimulation project.* J.P.T., august, 1971.
[13] Ramey, H.J. *Wellbore Heat Transmission.* J.P.T., aprilie, 1962.
[14] Moss, J.T. şi *White P.D. How to calculate temperature profiles in a water injection well.* Oil and Gas Journal, march 9, 1959.
[15] Carslaw, H.S. şi Jaeger, J.C. *Conduction of heat in solids.* Oxford, Clarendon Press., 1950.
[16] Cristea, N. *Hidraulica subterană,* Ed. tehnică, vol. I 1956 şi vol. II, 1958.
[17] Willhite, G.P. *Over — all heat transfer coefficients in steam and hot water injection wells.* J.P.T., may, 1967.
[18] *** *Căldură-terminologie.* Institutul Român de Standardizare. STAS - 1647/70 şi STAS - 737/9-70.
[19] Anastasiu, V. şi Purcel, A. *Practica extracţiei ţiţeiului.* Ed. tehnică, 1971.

Ing. G. JURCA
Centrala minereurilor Deva

Despre iazurile de decantare a sterilului de la uzinele de preparare a minereurilor

Depozitarea sterilelor şi limpezirea apelor reziduale provenite de la uzinele de preparare a minereurilor se realizează în prezent şi este prevăzut a se realiza şi în viitor în iazuri de decantare cu depunerea subacvatică a sterilului şi evacuarea apei limpezite din iaz prin sonde inverse sau alte sisteme.

Problema asigurării unei funcţionări corespunzătoare a iazurilor de decantare a sterilelor de la uzinele de preparare a minereurilor capătă, pe zi ce trece, o importanţă tehnică şi economică din ce în ce mai mare. Importanţa tehnică a acestor instalaţii se datoreşte legislaţiei şi normelor actuale împotriva poluării resurselor de apă şi a aerului, iar cea economică — costurilor ridicate reclamate de operaţiile de depozitare a sterilelor şi limpezire a apelor reziduale, valorilor ridicate ale investiţiilor, precum şi preocupărilor de a proteja, în măsură cît mai mare, terenurile agricole şi silvice ale ţării.

Actualele tipuri de iazuri de decantare a sterilului, cu depunere subacvatică a suspensiilor solide şi evacuarea apei limpezite prin sonde inverse şi conducte amplasate în interiorul iazurilor, nu au depăşit vîrsta de 30 ani. Sînt puţine iazuri de decantare care au ajuns la cotele finale şi a căror exploatare s-a terminat. În decursul exploatării, la majoritatea iazurilor s-au produs defecţiuni şi avarii, a căror remediere a solicitat mijloace materiale importante.

În legătură cu proiectarea, construirea şi exploatarea iazurilor de decantare a sterilului, considerăm că mai sînt probleme ce trebuie elucidate,

în vederea realizării unei funcționări continue și sigure și, în același timp, cît mai eficientă din punct de vedere tehnic și economic a acestora.

Tulbureala alimentată în iaz prin furtunurile de distribuție se scurge spre interiorul iazului, de obicei în direcția sondei inverse prin care se evacuează apa limpezită. Suspensiile solide din tulbureală încep să se depună chiar din punctul de deversare. La început se depun particulele mai grobe și cu greutatea specifică mai mare. Pe măsura îndepărtării de punctul de alimentare, granulația și greutatea specifică a particulelor scade, pentru ca sub oglinda apei să se depună granulele foarte fine și cu greutatea specifică cea mai mică. Prin aceste depuneri se creează plaja iazului, care are o pantă ce poate ajunge pînă la 1 :10 sau chiar mai mare, în funcție de caracteristicile tulburelii de alimentare și de sistemul de lucru.

Iazurile de decantare a sterilului din țara noastră sînt de tipul celor cu dezvoltare spre amonte de digul de amorsare. În cazul acestor iazuri, pe măsura creșterii înălțimii sedimentelor de steril, în scopul realizării unei pante a taluzelor care să asigure stabilitatea acestora (cca. 18—30°), zonele de alimentare cu tulbureală avansează mereu spre interiorul iazului. În această situație, depunerile mai grobe și cu greutate specifică mai mare se sprijină parțial pe depuneri mai fine și mai puțin tasate. Datorită acestei situații, precum și pantei plajei, sînt create condiții pentru o deplasare lentă, spre interiorul iazului a masei de nisipuri sedimentare.

Avariile care au avut loc la sondele inverse și conductele colectoare pentru evacuarea apei limpezite din multe iazuri de decantare a sterilului s-au produs, de obicei, în zona sondelor inverse din apropierea digurilor de coronament. Sedimentele de nisipuri din aceste zone se tasează puternic și prind în ele sondele inverse. În deplasarea lor spre interiorul iazului de decantare, masele de sedimente împing și sondele inverse, rupîndu-le. Ruperea are loc în zona mai puțin rezistentă, care poate fi chiar la baza sondei (zona de racordare cu conducta colectoare de evacuare a apei limpezite din iaz).

Pentru a preveni avarierea sistemelor de evacuare a apei limpezite din iazurile de decantare a sterilului (conducte colectoare + sonde inverse) trebuie luate măsuri care să conducă la îndepărtarea cauzelor care provoacă aceste avarii. O primă măsură ar fi să se prevadă un sistem de susținere a sondei inverse care să reziste la împingerile sedimentelor de nisipuri. O altă măsură, mai eficace, mai simplă și mai sigură pare să fie un sistem de sonde inverse care să evite acțiunea de împingere a sedimentelor.

În cazul iazurilor de decantare a sterilului, amplasate pe terenuri în pantă situate la poalele versanților, a iazurilor amplasate pe terenuri, la început orizontale și care pe măsura dezvoltării lor afectează și terenuri în pantă și a iazurilor realizate prin bararea văilor, există totdeauna cel puțin o latură a iazului pe care nu va fi necesar dig de coronament. Pentru aceste tipuri de iazuri, ar părea indicat să se adopte următorul sistem de evacuare a apei limpezite prin conducte colectoare și sonde inverse.

Pe conductele de evacuare, în funcție de panta acestora, să se prevadă sonde inverse de max. 1 m înălțime, sonde inverse care să fie prevăzute cu flanșe și care să nu mai fie înălțate, ci blindate imediat ce suspensiile minerale ajung la un nivel ce nu mai permite evacuarea de apă limpede.

A doua sondă inversă se amplasează, față de prima, la o astfel de distanță încît nivelul ei să fie cu 0,3—1,0 m deasupra nivelului primei sonde (fig. 1). A treia sondă inversă se amplasează, față de a doua, la o distanță corespunzătoare pentru a asigura un nivel cu 0,3—1,0 m deasupra nivelului sondei inverse precedente și așa mai departe.

Cînd suspensiile solide au ajuns la una din sondele inverse, la un nivel care nu mai asigură evacuarea de apă limpede, aceasta se blindează cu un capac de tablă rezistent și garnitură, fixate solid prin șuruburi de flanșa prevăzută pe gura acesteia și se trece la sonda inversă din amonte. Lucrînd în acest mod se evită ridicarea

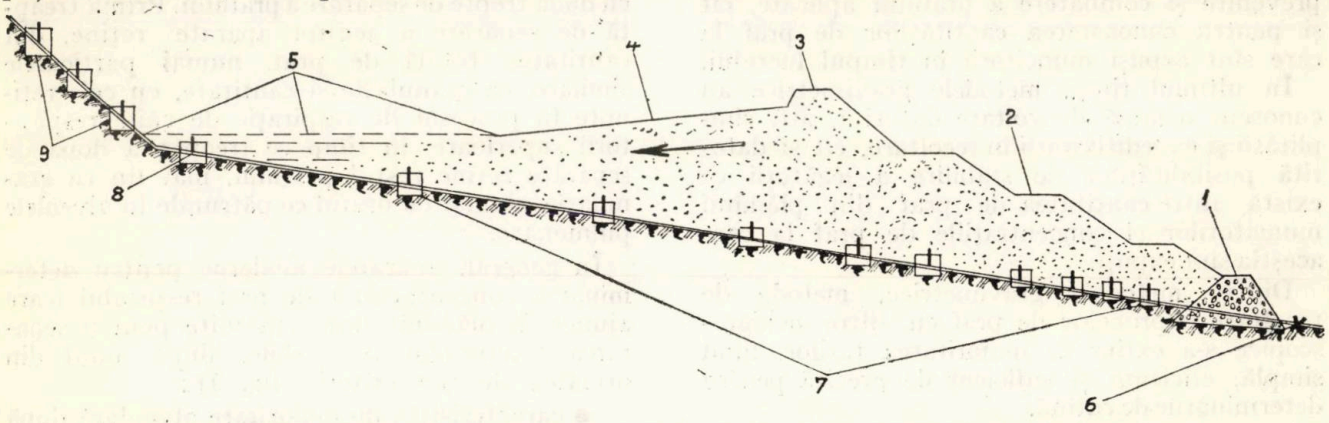


Fig. 1. Profil printr-un iaz de decantare a sterilului ajuns într-o fază înaintată de exploatare:
1 — dig de amorsare; *2* — bermă; *3* — dig de coronament; *4* — plajă; *5* — oglindă de apă; *6* — conductă colectoare; *7* — sonde inverse blindate; *8* — sondă inversă în funcțiune; *9* — sonde inverse neintrate în funcțiune.

sondelor inverse deci nu mai sînt necesare elementele de ridicare a acestora.

În felul acesta înălțimea tuturor sondelor inverse va fi de circa 1 m. Acestea vor fi prinse în blocuri solide de beton, ca și pînă în prezent, așa că vor opune o suprafață minimă acțiunii de împingere, datorită deplasării lente dinspre dig spre interiorul iazului a sedimentelor de nisipuri.

Acest sistem mai are și alte avantaje cum ar fi :

— poduri de acces de dimensiuni reduse, deci economii de materiale și manoperă. Accesul la sondele inverse pentru control, precum și pentru blindare, se mai poate face și printr-un ponton de tipul celui utilizat la iazul de la Teliuc ;

— se asigură o etanșare perfectă a sistemului de evacuare a apei limpezite, creîndu-se posibilitatea funcționării cu sistemul plin pentru cazul recircuitării acestor ape și a utilizării diferenței de nivel existentă la gura sondei inverse în funcțiune.

Un dezavantaj al acestui sistem, în cazul iazurilor așezate pe terenuri cu pantă mare, ar fi numărul relativ mare de sonde inverse. Costurile suplimentare corespunzătoare vor fi însă compensate și mult depășite de celelalte avantaje. Marea siguranță în exploatare și eliminarea principalelor cauze de avarii la sondele inverse, sînt argumente care pledează în favoarea acestui sistem de lucru, chiar și în situația în care, pentru anumite iazuri, nu ar fi și alte avantaje.

Pentru iazurile amplasate pe terenuri orizontale sau cu pante mici, care au prevăzut diguri pe toate laturile, sistemele de evacuare a apei limpezite trebuie să prevadă, pentru fiecare conductă de evacuare, o sondă inversă care să fie ridicată pe măsură ce crește grosimea sedimentelor de nisipuri. Sondele inverse necesar a fi prevăzute pe conducta de evacuare respectivă între dig și sonda finală se propune să aibă înălțimea de circa 1 m, să fie prinse în blocuri masive de beton și să fie blindate imediat ce nivelul suspensiilor solide nu ar mai permite evacuarea de apă limpede prin acestea. Blindarea lor să se facă cu capace metalice solide, prevăzute cu garnituri, așa cum s-a arătat mai înainte.

Sondele inverse ce urmează să funcționeze pînă la terminarea exploatării iazului să fie amplasate aproximativ în mijlocul iazului unde împingerile produse de deplasările lente ale sedimentelor sînt minime sau se echilibrează. În plus, pentru susținerea acestor sonde să se prevadă eșafodaje corespunzătoare, de care să se ancoreze aceste sonde, cel puțin din 2 în 2 m. Îmbinarea tronsoanelor de înălțime ale acestor sonde inverse să se facă prin flanșe prevăzute cu garnituri și strînse cu șuruburi. În acest fel se asigură și o etanșare bună a sondei inverse și se creează condiții pentru recircuitarea apei limpezite, utilizînd diferența de nivel existentă la gura sondei inverse în funcțiune.

Ing. M. COCULESCU
Centrul de cercetări pentru securitate minieră Petroșani

Preocupări privind realizarea unui aparat modern pentru determinarea concentrațiilor de praf respirabil

În industria minieră și în alte industrii în care se formează cantități mari de praf, determinarea concentrațiilor de praf joacă un rol important, atît pentru urmărirea eficienței metodelor de prevenire și combatere a prafului aplicate, cît și pentru cunoașterea cantităților de praf la care sînt expuși muncitorii în timpul lucrului.

În ultimul timp, metodele gravimetrice au cunoscut o largă dezvoltare datorită, atît simplității și expeditivității în recoltare, cît și datorită posibilităților de stabilire a legăturii ce există între cantitatea de praf din plămînii muncitorilor și concentrațiile de praf la care aceștia sînt expuși.

Dintre metodele gravimetrice, metoda de recoltare a probelor de praf cu filtre nehigroscopice s-a extins în majoritatea țărilor, fiind simplă, eficientă și suficient de precisă pentru determinările de rutină.

În unele țări, dezvoltate industrial, principalul dezavantaj al acestei metode, prin care concentrațiile de praf capabile să ajungă în plămînii muncitorilor erau supraevaluate din cauza greutății particulelor mari de praf, a fost înlăturat prin realizarea de aparate de recoltare cu două trepte de separare a prafului. Prima treaptă de separare a acestor aparate reține, din cantitatea totală de praf, numai particulele similare, ca granulație și cantitate, cu cele reținute în procesul de respirație de căile respiratorii superioare, în timp ce treapta a doua de separare reține restul prafului, mai fin ca granulație, similar cu praful ce pătrunde în alveolele pulmonare.

În general, aparatele moderne pentru determinarea concentrațiilor de praf respirabil (care ajunge în plămîni) sînt construite pentru separarea fracțiunilor respirabile, după unul din următoarele trei criterii (fig. 1) :

● caracteristica de depozitare alveolară după Hatch și Gross (1964) (TBF 50-RFG, CPM-3-Franța) ;

● caracteristica de separare BMRC recomandată la Conferința de la Iohannesburg în 1959 (MRE 113 A-Anglia, LSG 1,5-Ungaria) ;

● caracteristica de separare AEC recomandată la Conferința de la Los Alamos în 1962 (MSA model G-SUA, DP 50 Cehoslovacia).

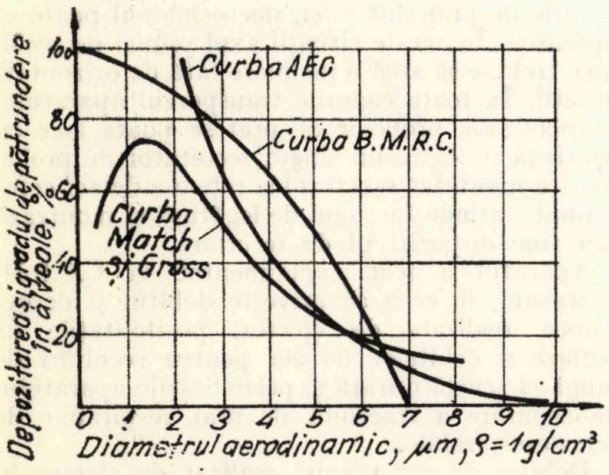


Fig. 1. Caracteristicile de depozitare și separare a prafului în aparatul respirator.

Pentru separarea prafului grosier, aparatele sînt prevăzute cu cicloane (DP-50, Simpeds, TBF-50, BAT-1) sau elutriatoare (MRE 113 A, Hexhlet, SFI-Dräger, LSG-1,5), iar pentru separarea prafului respirabil — cu filtre sau cicloane de mare eficiență.

Majoritatea acestor tipuri de aparate pot fi utilizate la recoltarea probelor de praf continuu pe întreg schimbul de lucru, în vederea determinării precise și rapide a concentrațiilor medii de praf pe locuri de muncă sau a concentrațiilor medii de praf inhalate de fiecare muncitor în parte, în timpul diferitelor activități desfășurate în decursul schimbului de lucru.

În primul caz, aparatul se montează la locul de muncă (Casella 113 A), iar în cel de-al doilea caz fiecare muncitor este dotat cu cîte un aparat de recoltare portativ alimentat de la sursa proprie de curent sau de la bateria lămpii de iluminat. Capul de recoltare al acestor din urmă aparate se montează la reverul hainei (Casella) sau la casca de protecție (Simpeds 70).

Realizarea în țară, de către C.C.S.M. Petroșani în colaborare cu UPMP Buzău, a filtrelor nehigroscopice FRA-1 a permis extinderea rapidă a metodei cu filtre, pentru determinarea concentrațiilor de praf și gradului de dispersie la toate unitățile miniere.

Aparatura existentă în țara noastră permite numai determinări de concentrații de praf totale din aer pin recoltări de scurtă durată.

Aparate pentru determinarea fracțiunilor de praf respirabil, care pot ajunge în plămînii oamenilor, sau aparate cu recoltări de lungă durată nu s-au realizat și nu s-au utilizat pînă în prezent în țară.

Pentru modernizarea și simplificarea aparaturii utilizate pentru recoltări de probe de praf, C.C.S.M. Petroșani a conceput și realizat un aparat universal pentru determinarea concentrațiilor de praf din aer cu ajutorul filtrelor. Acest aparat, care poate fi utilizat cu ușurință de o singură persoană, poate realiza recoltări de probe de praf pentru următoarele determinări :

a) concentrații de praf totale :
— de scurtă durată
— de lungă durată (pe durata unui schimb) ;

b) concentrații de praf respirabil :
— de scurtă durată
— de lungă durată (pe durata unui schimb de lucru) ;

c) conținutul de SiO_2 liber din praful în suspensie (prin recoltări de lungă durată) ;

d) gradul de dispersie al particulelor de praf din praful total și praful respirabil.

Aparatul (fig. 2) este compus dintr-un ejector *1* de construcție specială, care aspiră debite

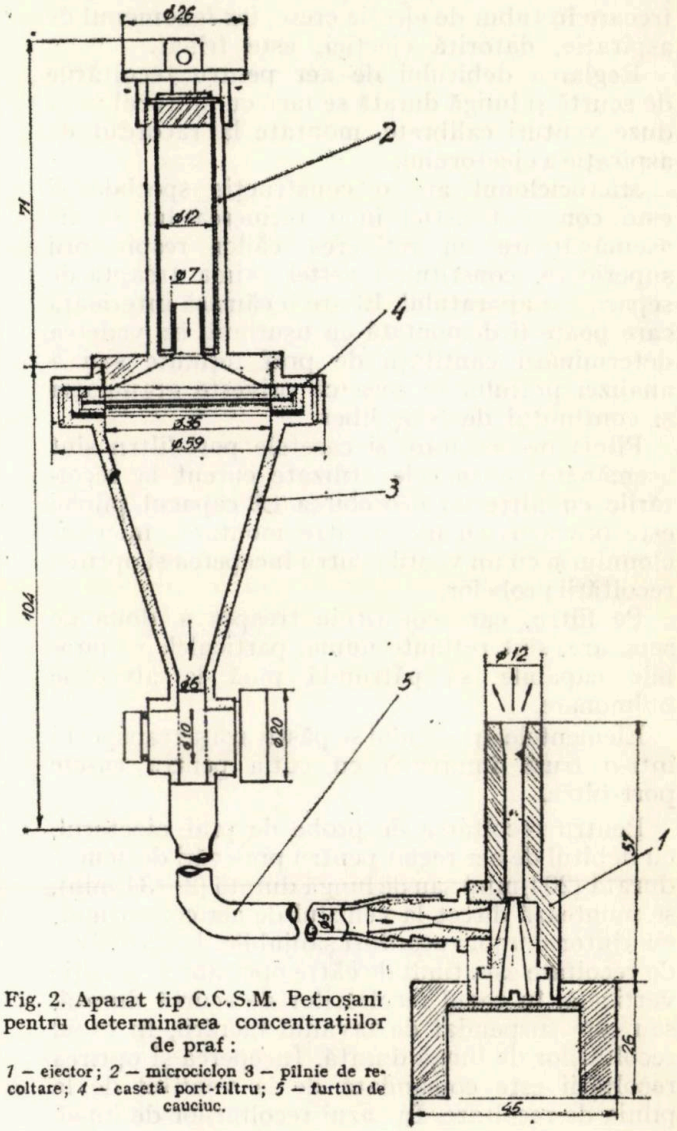


Fig. 2. Aparat tip C.C.S.M. Petroșani pentru determinarea concentrațiilor de praf :
1 — ejector ; *2* — microciclon 3 — pîlnie de recoltare ; *4* — casetă port-filtru ; *5* — furtun de cauciuc.

constante de aer, un microciclon *2*, care realizează prima treaptă de separare a prafului, pîlnia *3* cu caseta port-filtru *4*, care realizează treapta a doua de separare a prafului și furtunul de legătură din cauciuc *5*, cu diametrul interior de 6—8 mm.

Pentru a controla funcționarea aparatului, după pîlnia de recoltare, se poate intercala un mic rotametru (l = 20 mm; Ø 8 = mm).

Ejectorul pentru debit constant de aer se deosebește de ejectoarele cunoscute și utilizate curent la recoltarea probelor de praf prin aceea că, într-un anumit domeniu (2—6 at), debitul aspirat nu variază în funcție de presiunea aerului comprimat din conducte. Menținerea constantă a debitului de aer aspirat în domeniul de presiuni ale aerului comprimat de 2—6 at s-a realizat prin stabilirea unui raport între diametrul duzei pentru aer comprimat, lungimea și diametrul interior al tubului de ejecție. Datorită acestei construcții la creșterea debitului de aer comprimat, evacuat prin duză, ca urmare a creșterii presiunii în rețea, pierderile de presiune prin frecare în tubul de ejecție cresc, iar fenomenul de aspirație, datorită ejecției, este frînat.

Reglarea debitului de aer pentru recoltările de scurtă și lungă durată se face cu ajutorul unor duze venturi calibrate, montate la racordul de aspirație a ejectorului.

Microciclonul are o construcție specială și este conceput astfel încît reținerea lui să fie asemănătoare cu reținerea căilor respiratorii superioare, constituind astfel prima treaptă de separare a aparatului. El are o cămașă interioară care poate fi demontată cu ușurință, în vederea determinării cantității de praf reținute sau a analizei prafului în ceea ce privește granulația și conținutul de SiO_2 liber.

Pîlnia de recoltare și casetele port-filtru sînt asemănătoare cu cele utilizate curent la recoltările cu filtre cu deosebirea că capacul pîlniei este prevăzut cu filet pentru montarea microciclonului și cu un ventil pentru începerea și oprirea recoltării probelor.

Pe filtru, care constituie treapta a doua de separare, sînt reținute numai particulele respirabile capabile să pătrundă pînă la alveolele pulmonare.

Elementele aparatului se păstrează și transportă într-o trusă împreună cu cutia pentru casete port-filtru.

Pentru recoltarea de probe de praf ejectorul, cu debitul de aer reglat pentru prelevări de scurtă durată (20 l/min) sau de lungă durată (2—3 l/min), se montează direct la ventilul de aer comprimat, cu ajutorul unor racorduri șanjabile. Dispozitivul de recoltare este ținut de către operator în poziție verticală, în cazul recoltărilor de scurtă durată, sau este suspendat de tavanul lucrării, în cazul recoltărilor de lungă durată. Începerea și oprirea recoltării este comandată de la ventilul de la pîlnia de recoltare. În cazul recoltărilor de lungă durată, pentru determinarea concentrațiilor medii de praf pe loc de muncă sau a conținutului de SiO_2 liber în praful în suspensie, un singur operator poate monta și supraveghea mai multe aparate pentru mai multe locuri de muncă. În cazul recoltărilor de praf total, prin probe de scurtă durată sau de lungă durată, cînd concentrațiile de praf sînt mici, microciclonul poate să lipsească. În aceste situații axul pîlniei de recoltare trebuie să aibă o înclinare față de orizontală de 30°. În toate cazurile transportul aparatului și recoltarea probelor de praf se poate face cu ușurință de către un singur recoltator de probe. Acesta montează ejectorul la rețeaua de aer comprimat, întinde furtunul de legătură și montează sau ține dispozitivul de recoltare.

Aparatul a fost experimentat la C.C.S.M. Petroșani, în ceea ce privește debitul și depresiunea realizate de ejector, posibilitățile de reglare a debitelor de aer pentru recoltări de lungă și scurtă durată și posibilitățile aparatului de separare a fracțiilor de praf respirabile de cele nerespirabile.

Debitul de aer maxim realizat de ejector în intervalul de presiuni ale aerului comprimat, cuprinse între 1 și 5 at, a fost de 78 l/min corespunzător presiunii de 2,5 at.

Consumul de aer comprimat, măsurat în limitele suportate de contorul de gaze, a variat de la 28 l/min, pentru presiunea de 0,5 at, la 232 l/min, pentru presiunea de 5 at.

Depresiunea realizată de ejector a atins valori foarte ridicate (fig. 3) în comparație cu ejectoarele actuale utilizate pentru recoltarea probelor de praf (180 mmHg la presiunea aerului comprimat de 4 at), ceea ce indică capacitatea mare a aparatului de a învinge rezistențe aerodinamice ridicate.

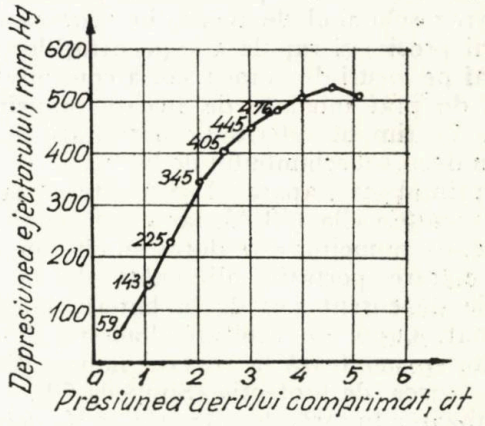


Fig. 3. Variația depresiunii realizate de ejector în funcție de presiunea aerului comprimat.

Prin mărirea rezistenței circuitului de aspirație cu ajutorul duzelor venturi calibrate s-au obținut debitele de aer necesare pentru recoltări de probe de praf de scurtă durată (20 l/min) și de lungă durată (2,64—6,66 l/min).

Variația debitelor de aer obținute, în funcție de presiunea aerului comprimat, se poate urmări în figura. 4.

Din această diagramă se constată că în domeniul presiunilor utilizate în subteran (2,5—5 at) ejectorul realizează debite constante de aer. S-a constatat că la mărirea rezistenței circui-

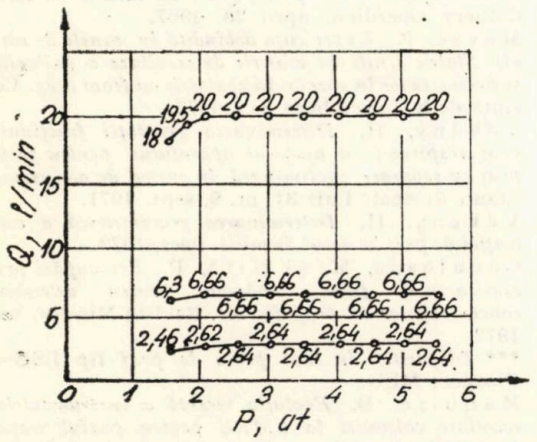


Fig. 4. Variația debitului de aer aspirat de ejector în funcție de presiunea aerului comprimat.

tului de aspirație a aparatului pînă la 1 000 mmH_2O, montîndu-se în serie șase filtre puternic colmatate, debitul de aer aspirat nu a suferit nici o modificare, fapt ce impune încredere în rezultatele ce se vor obține în urma determinărilor.

Pentru recoltări de praf în suspensie, în vederea determinării conținutului de SiO_2 liber, se poate utiliza, fie un debit constant de aer de 20 l/min, cînd poate fi determinată și concentrația medie de praf în aer pe perioada recoltării, fie debitul maxim al ejectorului, cînd se urmărește numai recoltarea de praf pentru analize de SiO_2 liber.

În ceea ce privește separarea prafului respirabil (care ajunge în plămîni), din praful total aflat în suspensie în aer s-au făcut experimentări cu praf de cuarț ($\rho = 2{,}65$ g/cm³), andezit ($\rho = 3$ g/cm³) și cărbune ($\rho = 1{,}4$ g/cm³), s-au stabilit diametrele aerodinamice ale particulelor de praf (pentru $\rho = 1$ g/cm³) reținute de microciclon și filtru, iar rezultatele s-au comparat cu indicațiile date de curbele de separare AEC (Los Alamos) și de depozitare în alveole (Hatch și Gross), care indică în procente mărimea particulelor de praf care pătrund în plămîni (fig. 5).

Curbele realizate de aparatul tip C.C.S.M. Petroșani pentru praful de cuarț, andezit și cărbune sînt apropiate de curba adoptată la Los Alamos și, mai ales, de curba de reținere a prafului în alveolele pulmonare.

În figura 6 este prezentată curba rezultantă (medie) realizată de aparatul tip C.C.S.M., împreună cu curba lui Hatch și Gross, și curba AEC.

Consultînd literatura de specialitate [1, 10, 12, 18, 16]se constată că rezultatele obținute de aparatul tip C.C.S.M. sînt asemănătoare cu cele obținute de cele mai moderne aparate construite pentru satisfacerea criteriului de la Los Alamos sau de depozitare alveolară a lui Hatch și Gross.

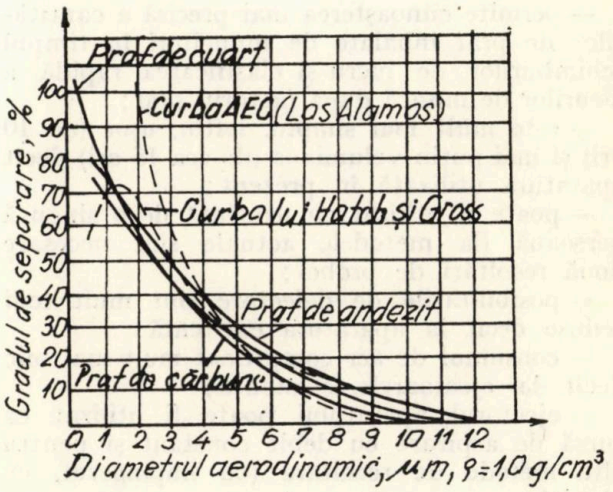


Fig. 5. Curbele de separare ale aparatului tip C.C.S.M. Petroșani pentru praf de cuarț andezit și cărbune.

Aparatul tip C.C.S.M. pentru recoltări de probe din aer, în vederea determinării concentrațiilor de praf, gradului de dispersie și a conținutului de SiO_2 liber, prezintă o mare importanță pentru industria minieră, atît din punctul de

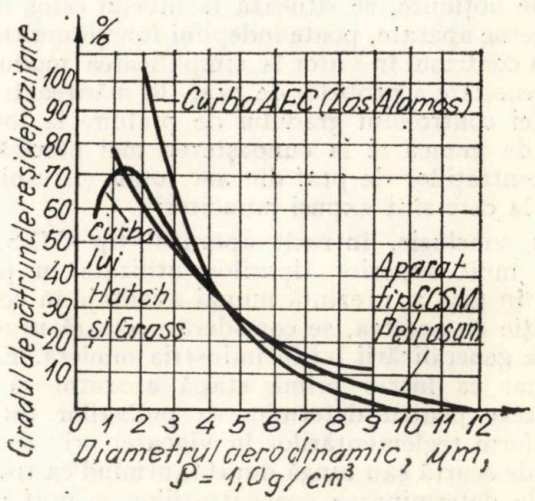


Fig. 6. Curba medie de separare a aparatului tip C.C.S.M. Petroșani.

vedere al cunoașterii mai precise a concentrațiilor de praf inhalate de muncitori, cît și din punct de vedere economic și al comodității în aplicare.

Avantajele principale ale aparatului sînt:

— efectuează cu ușurință întreaga gamă de determinări cu filtre utilizată pe plan mondial (concentrații de praf totale și respirabile, de

lungă și scurtă durată, recoltări de probe de praf în suspensie pentru analize de SiO_2 liber);

— se încadrează în tendința generală de a realiza aparatură pentru determinarea concentrațiilor de praf respirabile după curba de la Los Alamos sau curba lui Hatch și Gross;

— permite cunoașterea mai precisă a cantităților de praf inhalate de muncitori în timpul schimburilor de lucru și clasificarea rapidă a locurilor de muncă după factorul praf;

— este mult mai simplu, ieftin, ușor (de 10 ori) și mai puțin voluminos (de cca 15 ori) decît aparatura utilizată în prezent;

— poate fi utilizat cu ușurință de o singură persoană (la metodele actuale sînt necesare două recoltări de probe);

— posibilitățile de defectare sînt mult mai reduse decît la aparatura existentă;

— consumul de aer comprimat mult mai mic decît la ejectoarele existente;

— ejectorul aparatului poate fi utilizat ca sursă de aspirare cu debit constant și pentru alte metode de recoltare (cu impingerul, cu alonja);

— elimină dezavantajul pe care îl are metoda gravimetrică față de metoda conimetrică în ceea ce privește influența particulelor de praf mari asupra rezultatelor;

— elimină măsurătorile curente de dispersie în cazul determinării concentrațiilor de praf respirabil.

Aparatul tip C.C.S.M. Petroșani, prin rezultatele obținute, se situează la nivelul celor mai moderne aparate, poate îndeplini funcții multiple și va contribui în viitor la simplificarea modului de recoltare a probelor de praf, la mărirea frecvenței controlului gradului de prăfuire la locurile de muncă și la cunoașterea mai precisă a concentrațiilor de praf din aer totale și respirabile la care sînt expuși muncitorii.

În concluzie, întrucît aparatul tip C.C.S.M. este mult superior tipurilor utilizate în prezent în țară și prezintă numai avantaje în comparație cu acestea, se consideră necesară urgentarea generalizării lui în industria minieră. Este indicat ca într-o primă etapă aparatul să se utilizeze pentru determinarea pulberilor totale (conform reglementărilor în vigoare) prin recoltări de scurtă sau lungă durată, urmînd ca trecerea la determinarea concentrațiilor de praf respirabil să se facă într-o a doua etapă după ce acest procedeu va fi reglementat prin norme.

BIBLIOGRAFIE

[1] Breuer, H. ș.a. *Punerea la punct a unui aparat de rutină pentru măsurători de rutină.* Conferința de la Luxemburg, oct. 1972.

[2] Hamilton, R.I. și Smith D.S.G. *Măsurarea concentrațiilor de praf respirabil în minele de cărbuni.* Colliery Guardian, april 28, 1967.

[3] Morse, K. *Experiența dobîndită în minele de cărbune din Statele Unite în materie de recoltare a pulberilor și suprimarea lor în special în abatajele cu front lung.* Conferința de la Luxemburg, oct. 1972.

[4] Vékény, H. *Determinarea greutății fracțiunii de praf respirabil cu ajutorul aparatului pentru probe de praf cu separare preliminară în curent de aer ascendent.* Staub Reinhalt Luft 31, nr. 9, sept. 1971.

[5] Vékény, H. *Determinarea gravimetrică a concentrației de praf în aerul de mină.* Pécs, 1973.

[6] Coculescu, M. și Niță, P. *Preocupări privind realizarea de filtre românești pentru determinarea concentrațiilor de praf din aer.* Revista Minelor, nr. 11, 1972.

[7] *** *Dispozitiv de luat probe de praf tip* LSG—1,5. Prospect MEU.

[8] Maquire, B. *Evoluția recentă a instrumentelor de recoltare obișnuite la SMRE pentru praful respirabil în minele de cărbune.* Conferința de la Luxemburg, oct. 1972.

[9] Lippman, M. *Probe de praf respirabil* Ind. Hyg. Association Journal, martie-april 1970.

[10] Vitek, Ian, *Determinarea concentrației de praf cu dispozitivul de recoltare a prafului DP-50.* Ostrava, 1973.

[11] Hatch, F. și Gross, P. *Depunerea și reținerea pulmonară la inhalarea aerosolilor.* Academic Press, New York, 1964.

[12] Courbon, P. *Măsurarea în greutate a prăfuirii* Conferința de la Luxemburg, 1972.

[13] Bitir, P. ș.a. *Îndrumător tehnic privind controlul prăfuirii și prevenirii îmbolnăvirilor de silicoză în industria minieră.* ODPT — București, 1972.

[14] *** *Norme departamentale de protecție a muncii pentru industria minieră,* 1969.

[15] *** *Aparat gravimetric de prelevare a prafului MRE tip 113 A.* Prospect Casella.

[16] *** *Aparat gravimetric de determinare a prafului tip MSA — model G.* Prospect MSA.

[17] Coenen, W. *Aparate portabile pentru măsurarea concentrației de praf în întreprinderile industriale.* Staub Reinhaltung der Luft, 26, nr. 10, oct. 1966.

[18] Simecek, J. și Kubalek, J. *Experimentări cu un ciclon-preseparator la recoltarea probelor de praf.* Staub nr. 10, 1968.

[19] Degueldre, M. *Recoltarea prafului în mine.* BIT Geneva, 1967.

[20] Coculescu, M. *Studiul normelor, metodelor și mijloacelor folosite în activitatea de prevenire și combatere a silicozei în R.S. România, comparativ cu alte țări, în vederea fundamentării lor tehnice și științifice.* Studiu C.C.S.M. Petroșani — CCMN Baia Mare, 1970.

Ing. C. SOMEŞAN
CEPROM SATU MARE

Alegerea dimensiunilor optime ale spaţiului de lucru pentru maşina de încărcat MIS-1P

O particularitate a utilizării maşinii de încărcat şi transportat MIS-1P o constituie faptul că încărcarea integrală şi fără întrerupere a materialului în vrac din frontul de lucru este condiţionată de schimbarea direcţiei de mişcare a maşinii. Alegerea lăţimii lucrării miniere, pornind numai de la dimensiunile de gabarit ale maşinii, asigură lucrul normal numai în regimul de transport, însă creează dificultăţi la efectuarea operaţiilor de încărcare, mai ales la curăţirea materialului de lîngă pereţii laterali ai frontului de lucru.

Cercetările şi practica exploatării maşinilor de acest tip au dus la concluzia că lăţimea frontului de lucru, necesară lucrului normal al maşinilor, se determină luînd în considerare, alături de dimensiunile de gabarit ale maşinii, şi schema întoarcerii.

Suprafaţa de manevrare poate fi prezentată în formă de dreptunghi, a cărui lăţime se determină din condiţia întoarcerii maşinii cu un unghi, la care este asigurată curăţirea suplimentară completă a materialului detaşat de lîngă pereţii laterali ai frontului de lucru.

Capacitatea de manevrare a maşinii de încărcat — transportat depinde de dimensiunile de gabarit ale acesteia şi de schema trenului de deplasare.

La maşina MIS-1P, schema trenului de deplasare este caracterizată prin două axe, una motrică, fixă, şi alta condusă, manevrabilă.

Metodologia propusă şi deducerea relaţiilor care caracterizează dimensiunile lucrării miniere au la bază următoarele ipoteze :

a) schema de întoarcere a roţilor de manevră este examinată, din punct de vedere geometric, în condiţiile cînd partea frontală a cupei şi roata din faţă a maşinii ating peretele lateral al lucrării miniere, iar axa longitudinală a maşinii formează cu acesta un unghi oarecare γ;

b) întrucît întoarcerea maşinii se produce la o viteză mică, elasticitatea laterală a pneului nu se ia în considerare;

c) nu se ţine seama de impreciziile mişcării maşinii, legate de denivelările vetrei lucrării miniere;

d) se determină numai dimensiunile lucrării miniere, necesare amplasării maşinii, fără intervalele prevăzute de regulile tehnicii securităţii muncii.

Schema de întoarcere a maşinii este redată în figura 1, unde :

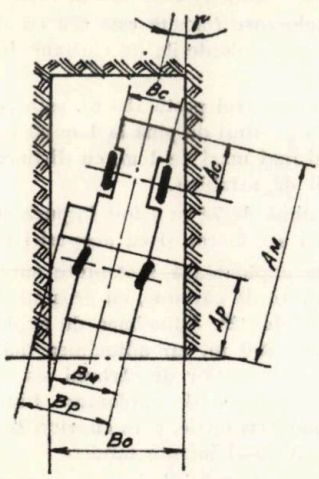


Fig. 1

B_0 este lăţimea minimă a lucrării miniere;
A_M — lungimea maşinii;
B_M — lăţimea maşinii;
B_c — lăţimea cupei;
A_c — distanţa muchiei de lucru a cupei faţă de roţile din faţă;
R — raza roţii din faţă;
B_p — lăţimea maşinii cu platforma maşinistului, coborîtă;
A_p — distanţa dintre platforma maşinistului şi spatele maşinii.

Lăţimea minimă posibilă a lucrării miniere, B_0, se determină cu relaţia :

$$B_0 = (A_M - A_c - A_p + R)\cdot \sin\gamma + B_p \cdot \cos\gamma. \qquad (1)$$

Ipoteza **a** este exprimată de relaţia :

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{B_M - B_c}{2(A_c - R)}. \qquad (2)$$

Înlocuind în relaţia (1), funcţiile unghiului γ, cu relaţia (2), după transformări obţinem :

$$B_0 = \frac{(A_M - A_c - A_p + R)\ (B_M - B_c) + 2B_p\ (A_c - R)}{\sqrt{4(A_c - R)^2 + (B_M - B_c)^2}}. \qquad (3)$$

Dimensiunile liniare, din relaţiile de mai sus, se vor exprima în m.

Înlocuind valorile numerice ale dimensiunilor din relaţia (3), în cazul maşinii MIS-1P, la care

$A_M = 2{,}96$ m, $B_M = 0{,}97$ m, $B_c = 0{,}75$ m, $A_c = 1{,}08$ m,

$R = 0{,}34$ m, $A_p = 1{,}0$ m, $B_p = 1{,}43$ m, obţinem :

$$B_0 = \frac{(2{,}96 - 1{,}08 - 1{,}0 + 0{,}34)(0{,}97 - 0{,}75) + 2 \times 1{,}43(1{,}08 - 0{,}34)}{\sqrt{4(1{,}08 - 0{,}34)^2 + (0{,}97 - 0{,}75)^2}} =$$

$$= 1{,}6 \text{ m}.$$

Avînd în vedere înălţimea maximă de lucru a maşinii $H_{max} = 2{,}1$ m şi luînd în considerare intervalele de securitate pe înălţime (0,5 m) şi pe lăţime (2 × 0,5 m), rezultă că secţiunea optimă necesară lucrării miniere, la încărcarea şi transportul cu maşina MIS-1P, este de circa 7 m² (6,76 m² — rezultat din calcul).

Relaţiile obţinute pot fi utilizate şi pentru aprecierea capacităţii de manevrare şi a determinării parametrilor maşinilor de tipul dat, în cazul proiectării acestora, pornind de la secţiunea dată a lucrării miniere.

BIBLIOGRAFIE

[1] Pavlov, Iu. N. şi Surnin. V. M. *Influenţa schemelor de întoarcere a maşinilor de încărcare—transport asupra capacităţii de manevrare a acestora în spaţiul de la frontul de lucru.* IZVUZ, Gornîi jurnal, nr. 1, 1971.

[2] *** *Cartea tehnică a maşinii de încărcat şi transportat MIS-1P.* Intreprinderea UNIO Satu-Mare.

Ing. C. DASCĂLU şi GH. RANCEA
I.C.P.C.

Sinteză privind experienţa exploatării rezervelor de cărbune sub cursuri şi acumulări de apă

Exploatarea stratelor de cărbuni din pilierii rîurilor, fluviilor, sub mări şi oceane, datorită volumului mare de rezerve cantonate în aceste zone, se practică cu rezultate bune de foarte mult timp. Exploatarea unor astfel de rezerve este menţionată de literatură încă din secolul al XIII-lea, dar problema devine mult mai importantă la începutul secolului al XIX-lea, respectiv în momentul cînd în multe ţări dezvoltate din punct de vedere industrial necesităţile de cărbune cocsificabil nu s-au mai putut asigura din cîmpurile miniere situate în afara zonelor de pilieri.

Din datele cunoscute pînă în prezent, rezultă că în pilierii de protecţie ai apelor sînt cantonate rezerve importante de cărbuni, estimîndu-se după cum urmează :

— Japonia, 4 mrd. tone;
— Anglia, 646 mil. tone;
— URSS, circa 15,3% din total rezerve;
— Polonia, 4,4% din total rezerve;
— Cehoslovacia, 2,2% din total rezerve.

În R.S. România rezervele de cărbuni din pilierii de protecţie lăsaţi pentru cursuri de apă, reprezintă 24% din total rezerve. Ca urmare, pentru economia naţională, exploatarea acestor rezerve prezintă un interes deosebit, deci merită ca unele detalii preluate din experienţa altor ţări în acest domeniu, să fie difuzate şi cunoscute de specialiştii din ţara noastră.

În Anglia exploatarea stratelor de cărbune sub mare se practică încă din secolul al XIII-lea, iar distanţa de la ţărm pînă la care s-a ajuns în prezent cu lucrările de exploatare este de circa 8 km şi se apreciază că acestea vor putea fi extinse pînă la limita platformei continentale, respectiv pînă unde adîncimea mării nu depăşeşte 200 m.

Stratele de cărbune au, în general, înclinări mici, se găsesc situate la cîteva sute de metri de fundul mării, iar rocile acoperitoare — de vîrstă permiană, sînt constituite din formaţiuni şistuoase impermeabile.

La început grosimea pachetului de roci acoperitoare a fost de 27—45 m însă, datorită faptului că în aceste condiţii s-au produs cîteva erupţii de apă, pe parcurs înălţimea coloanei de steril de acoperire s-a reglementat în funcţie de grosimea stratelor, de metoda de exploatare, de dirijarea acoperişului şi de adîncimea mării în zona respectivă.

În prezent, la metoda de exploatare cu pilieri abandonaţi grosimea minimă este de 60 m, iar la o acoperire de 80 m, se pot extrage integral cu prăbuşire, strate de cărbuni cu grosimea pînă la 75 cm. La 108 m acoperire, se pot extrage integral cu prăbuşire strate cu grosimea de 1,2 m.

Prin metoda de exploatare cu abataje cu front lung şi dirijarea presiunii miniere prin prăbuşire totală, în funcţie de grosimea pachetului de roci acoperitoare, se pot exploata strate de cărbuni, cu următoarele grosimi (tabelul 1).

După profesorul Mohr, lucrările de exploatare executate la adîncimi mai mici de 83 m sub fundul mării sînt periculoase. La adîncimi cuprinse între 83 şi 111 m se pot exploata strate de cărbuni cu grosimi pînă la 0,76 m, cu abataje cu front lung şi rambleierea totală a spaţiului excavat. Se admite să se extragă şi strate mai groase, prin metoda abatajelor cameră cu pilieri abandonaţi, coeficientul de extracţie fiind de maximum 0,4.

La adîncimi cuprinse între 111 şi 247 m, se pot extrage, cu prăbuşire totală, strate cu grosimi de 1,2 m, stratele cu grosimi de 1,2—1,37 m se pot exploata cu abataje cu front lung cu rambleiere totală, iar stratele cu grosimi de 1,37—2,28 m — prin metoda cu camere şi pilieri abandonaţi.

La adîncimi mai mari de 247 m sub fundul mării nu sînt restricţii de exploatare.

Din datele prezentate mai sus, se constată că între recomandările profesorului Mohr şi instrucţiunile în vigoare în Anglia, există unele diferenţe. Acestea se datoresc, în principal, precizărilor suplimentare din instrucţiunile National Coal Board.

Tabelul 1

Adîncime de exploatare minimă, m	Grosimea stratului care poate fi exploatat, m
105	1,7
110	1,8
120	2,0
140	2,3
160	2,7
180	3,0
200	3,3
220	3,7
240	4,0

În Canada lucrările miniere submarine au început în anul 1867, iar pînă în anul 1970 s-au exploatat sub mare peste 550 mil. tone cărbune.

Zăcămîntul cel mai important care se exploatează sub mare (Sidney) se compune dintr-o formaţiune conţinînd 11 strate de cărbune cu grosimi de 0,76—2,5 m şi înclinări de 15—20°. Pachetul de roci acoperitoare este constituit din şisturi (60%), gresii (23%), argile (15%) şi intercalaţii cărbunoase (2%).

Conform legii minelor canadiene, în Noua Scoţie (bazinul carbonifer Sidney) acoperirea minimă sub care se poate aplica exploatarea submarină este de 74 m. Regulamentele miniere în vigoare prescriu ca pentru fiecare metru grosime de strat să existe o acoperire de 100 m rocă sterilă.

Metoda de exploatare folosită este cea cu abataje cameră şi pilieri abandonaţi, pierderile de cărbune fiind în general de 50—60%.

La grosimi ale copertei peste 150 m, este permisă exploatarea stratelor cu grosimi de pînă la 1 m cu prăbuşire, iar la strate cu grosimi mai mari de 1 m, cu dirijarea presiunii cu prăbuşire şi fîşii de rambleu.

Acoperirea minimă de 74 m a fost impusă numai din anul 1924, pînă atunci s-a lucrat şi cu acoperiri mai mici.

În Japonia se exploatează zăcăminte submarine constituite din 1—6 strate de cărbune, cu grosimi de 2,2—6 m şi înclinări mai mici de 32°. Adîncimea de exploatare a ajuns în prezent la 470—800 m, iar adîncimea mării între 10 şi 80 m. Exploatarea stratelor de cărbuni s-a extins la peste 15 km de ţărm, centrele de exploatare fiind instalate pe insule naturale sau artificiale, care cuprind toate instalaţiile şi anexele necesare unei incinte miniere.

Pentru evitarea pericolului de inundare, normativele japoneze interzic executarea de lucrări de exploatare dacă gro-

simea pachetului de roci acoperitoare, de vîrstă terţiară şi cuaternară, nu asigură cel puţin următoarele valori minime :

cuaternar, m	*terţiar*, m	*total*, m
30	10	40
10—30	20	30—50
5—10	70	75—80
5	60	65

În general, tehnologia de exploatare nu este deosebită de cea din exploatările miniere terestre.

În prima etapă, cînd abatajele submarine nu au coborît încă sub 200 m adîncime, din motive de siguranţă s-a aplicat exploatarea cu camere şi pilieri, coeficientul de extracţie fiind de maximum 0,5.

În prezent, se aplică numai metode de exploatare cu abataje cu front lung. Stratele groase se exploatează în felii pe înclinare, lungimea abatajelor fiind 100—130 m, iar distanţa dintre abatajele succesive de 40 m.

În cazul adîncimilor de exploatare minime, în toate galeriile principale, este obligatorie executarea de diguri de siguranţă, împotriva inundării.

În Chile se exploatează strate de cărbune submarine situate la adîncimi de 214—760 m.

Zăcămîntul se caracterizează prin deranjamente tectonice cu amplitudini pînă la 460 m.

Metoda de exploatare folosită este cea cu abataje cu front lung, lungimea frontului fiind de pînă la 90 m.

În conformitate cu prevederile legii minelor din Chile, exploatarea sub fundul mării se admite de la o grosime minimă de copertă de 81 m.

În Australia exploatarea submarină a început din anul 1799, iar în ultima perioadă s-a ajuns la o producţie de 17,5 mil. tone/an. Stratele de cărbune au înclinări de 5—10°, iar coloana de roci sterile nu depăşeşte 500 m. Exploatarea se realizează cu metoda abatajelor cameră cu pilieri abandonaţi. Restricţiile de exploatare sînt aceleaşi ca şi în Anglia.

În R.F. Germania în perioada 1911—1934 s-a exploatat pilierul de protecţie a canalului navigabil de legătură dintre rîurile Rin şi Herne din Westfalia. Nivelul canalului, cu adîncimea minimă de 3,5 m, s-a putut menţine relativ greu şi numai în anumite zone.

S-au exploatat, de asemenea, strate de cărbune sub Rin şi afluenţii săi cu o grosime totală de 30 m. Terenul a coborît 8 m, dar nu s-au produs dificultăţi, nici în subteran, din cauza apei, şi nici la suprafaţă, din cauza exploatării subterane.

Conform prevederilor inspecţiei miniere din R.F.G., grosimea masivului de roci sub orizontul acvifer trebuie să fie de 80—100 m.

În R.P. Polonă se exploatează strate de cărbune cu înclinări mici şi grosimi de 1—9 m sub cursuri şi acumulări de ape. În toate cazurile exploatarea se face cu abataje cu front lung cu rambleierea spaţiului excavat din motive de protecţie a construcţiilor de la suprafaţă şi împotriva loviturilor de acoperiş.

La exploatarea sub cursuri şi acumulări de ape, înclinarea curbei de scufundare a suprafeţei este limitată la 2,5 mm/m, iar deformaţiile orizontale la ± 5 mm/m.

Exploatarea în apropierea deranjamentelor tectonice se face astfel încît, ca urmare a scufundării suprafeţei, să nu se deschidă ruperile pe plane de falie.

De asemenea, se are în vedere păstrarea unor pante normale de curgere a rîurilor.

În U.R.S.S. se exploatează sub rîuri 1—3 strate de cărbune cu grosimi de 1,8—4 m, situate la adîncimi de 21—180 m.

Pînă în 1967 rîurile şi lacurile de la suprafaţa cîmpurilor miniere erau considerate ca făcînd parte din aceleaşi categorii de protecţie cu construcţiile ce urmau a fi protejate. Astfel, un rîu considerat a fi obiectiv de categoria I era protejat de un pilier cu adîncimea de 350—400 ori grosimea stratului de cărbune, iar rîurile mai mici, considerate în categoria a III-a, cu adîncimi de pilieri de 100 ori grosimea stratului de cărbune.

O mare parte a instrucţiunilor şi regulamentelor existente în U.R.S.S. mai păstrează principiul protecţiei bazinelor acvifere după aceleaşi categorii ca şi pentru clădiri şi instalaţii, deşi în marea majoritate a cazurilor protecţia lor nu constă în prevenirea unor deformaţii, ci în excluderea pătrunderii apei din aceste bazine în lucrările miniere subterane.

Cercetările făcute au arătat că apa nu pătrunde în lucrările de exploatare dacă în masivul de roci subminat se găsesc roci cu proprietăţi filtrante reduse, care servesc drept ecran impermeabil, şi dacă acest ecran nu se dislocă în urma subminării. S-a constatat că deasupra lucrărilor miniere, în masivul subminat se formează o zonă de dislocări şi fisuraţii în care se observă o permeabilitate crescută a rocilor. Înălţimea acestei zone, socotită de la acoperişul lucrării care subminează, perpendicular pe stratificaţie în sus, într-un masiv în care alternează roci filtrante cu roci impermeabile, nu depăşeşte, în general, de 30 de ori grosimea stratului exploatat. În rocile situate deasupra acestei grosimi lipsesc fisurile, iar proprietăţile de filtrare ale rocilor nu se schimbă în urma subminării.

Avînd în vedere cele de mai sus, s-a admis, cu un oarecare coeficient de siguranţă, că dacă grosimea masivului de roci care separă orizontul acvifer de lucrările de exploatare este mai mare decît de 40 de ori grosimea stratului, se admite extragerea cu surpare completă a acoperişului în condiţii de deplină securitate. Cînd adîncimea de exploatare este mică, este necesar să se lase pilieri de siguranţă sau să se ia măsuri care să asigure menţinerea ecranului impermeabil (rambleierea totală a spaţiului exploatat).

În R.S. România, în principalul bazin carbonifer al ţării, Valea Jiului, în pilierii de siguranţă ai rîurilor, sînt cantonate circa 14% din rezervele totale ale bazinului.

Volumul mare al acestor rezerve, precum şi calitatea superioară a acestora, a făcut ca în ultimii ani să se întreprindă cercetări privind posibilităţile de exploatare.

Din cercetările efectuate a rezultat că pachetele de roci acoperitoare stratelor de cărbune sînt constituite din roci impermeabile în proporţie de 50—70% .

În pilierii de siguranţă ai principalelor rîuri sînt cantonate majoritatea stratelor exploatabile, cu grosimi cuprinse între 1 şi 30 m, înclinări de 5—60° şi adîncimi de exploatare cuprinse între 50 şi 450 m.

Pentru stratele cu înclinări mici, sub 25°, cercetările privind parametrii de deformare a suprafeţei, ca urmare a exploatării subterane şi posibilităţile de exploatare sub cursuri de ape, sînt într-un stadiu mai avansat, în următorii ani urmînd să se facă cercetări şi pentru stratele cu înclinare medie şi mare.

Din cercetările efectuate a rezultat că principalele căi de pătrundere a apelor de la suprafaţă în subteran le constituie aflorimentele degradate, ruperile pe planele de falie şi, în mod deosebit, deschiderea acestora, ca urmare a subminării acoperişului faliilor, precum şi ruperile comunicante între subteran şi suprafaţă, care se produc în cazul adîncimilor de exploatare mici (sub 80—100 m).

În Valea Jiului au existat multe zone în care s-au extras şi se extrag şi în prezent rezerve de cărbune sub cursuri secundare de ape şi sub lacuri.

Observaţiile şi cercetările efectuate asupra unor pîrîuri sub care se exploatează (Valea Arşului — E.M. Lonea, Valea Lupului — E.M. Vulcan, pîrîul Priboi şi Piscu — E.M. Aninoasa, pîrîul Legii, pîrîul Renghii, pîrîul Ştefan, pîrîul Planir, pîrîul Nicolaeşti şi pîrîul Victoria — E.M. Lupeni) au scos în evidenţă că, în general, la adîncimi de exploatare mai mari decît de 40 de ori grosimea stratului (feliei) exploatat şi cu 70% roci impermeabile sau de 50—60 de ori grosimea stratului şi cu 60% roci impermeabile nu au avut loc infiltraţii de apă în subteran.

În cazul adîncimilor de exploatare mai mici (20—30 de ori grosimea stratului), au avut loc infiltraţii de apă cu debite mici în lucrările miniere, nefiind necesară sistarea exploatării şi nici luarea de măsuri speciale de siguranţă.

Analiza situaţiei pilierilor de protecţie ai principalelor rîuri din bazin indică reale posibilităţi de exploatare a rezervelor de cărbune cantonate în acestea, fără pericol de inun-

dare a lucrărilor miniere. În principiu, rocile din acoperişul stratelor de cărbune sînt impermeabile, iar raportul dintre grosimea coloanei de roci acoperitoare şi grosimea stratului de cărbune k este superior cifrei 40.

Intrarea în exploatare a pilierilor de protecţie ai rîurilor din Valea Jiului este posibilă, dar pentru fiecare caz în parte, pe lîngă cunoaşterea detaliată a condiţiilor geologice, tectonice şi hidrologice, este necesar ca lucrările de exploatare să fie astfel dirijate încît să se păstreze continuitatea ecranelor de roci impermeabile, iar în zonele în care sînt posibile ruperi comunicante între subteran şi suprafaţă, să se asigure colmatarea pachetului de roci sterile (prin închiderea planelor de rupere pe falie, depozitarea de materiale argiloase în zonele aflorimentelor degradate etc.), concomitent cu luarea de măsuri de securitate în subteran.

BIBLIOGRAFIE

[1] *** *Stabilirea metodelor pentru exploatarea pilierilor de cărbune din bazinul Valea Jiului.* Studiu ICEPMH 1971, 1972, 1973.

[2] *** *Cercetări privind condiţiile de exploatare sub cursuri de ape.* Studiu ICEMIN 1972, 1973.

[3] *** *Exploatarea cărbunilor sub bazine acvifere.* Noutăţi şi actualităţi în industria minieră, nr. 11, 1973.

[4] *** *Activitatea minieră submarină în Japonia.* Noutăţi şi actualităţi în industria minieră, nr. 11, 1973.

[5] *** *Cu privire la exploatarea stratelor de cărbune sub orizontul acvifer Valanginian la zăcămîntul Dobrogea.* Noutăţi şi actualităţi în industria minieră, nr. 1, 1973.

INFORMAŢII

Simposion cu tema **Diversificarea şi modernizarea unor produse electrotehnice pentru industria minieră**

Modernizarea şi construcţia unor noi tipuri de cabluri, maşini şi aparate electrice, necesare industriei miniere, au deschis perspective largi pentru diversificarea produselor electrotehnice în ţara noastră, care să răspundă cerinţelor mereu crescînde de îmbunătăţire a parametrilor constructivi şi funcţionali ai acestora.

În acest context, a avut loc la Bucureşti, în aprilie 1974, un simpozion la care specialişti din industria electrotehnică şi minieră au făcut cunoscute realizările actuale ale industriei electrotehnice româneşti, pe linia economiei de metale neferoase. Mai multe referate au evidenţiat rolul deosebit în modernizarea şi construcţia unor noi tipuri de produse electrotehnice folosite în industria minieră, la care s-a acordat o mare atenţie economiei de metale neferoase.

În acest scop, în paralel cu diversificarea tipurilor de cabluri de energie miniere protejate cu materiale plastice, în locul plumbului şi aluminiului are loc un proces analog şi în domeniul cablurilor telefonice miniere impus de condiţiile specifice acestui domeniu : pozarea cablurilor de telefonie minieră în canale şi tunele betonate ; combinarea circuitelor pentru frecvenţe vocale cu cele care transmit semnale de frecvenţe înalte şi foarte înalte în aceeaşi cămaşă protectoare din aluminiu în vederea economisirii acestui metal, mărindu-se astfel eficienţa tehnico-economică a construcţiei cablurilor de telecomunicaţii miniere. Toate aceste tendinţe se reflectă în utilizarea aluminiului în locul cuprului la circuitele telefonice şi telegrafice, limitarea consumului de plumb de mare puritate cu policlorura de vinil şi polietilenă la execuţia cămăşilor anticorozive ale cablurilor de telecomunicaţii care funcţionează în medii cu agenţi chimici agresivi.

În cadrul simpozionului s-a arătat că utilizarea maselor plastice în locul plumbului la cablurile miniere de energie pînă la 20 kV, iar în cazuri speciale chiar la 35 kV, se poate face, în mod diferenţiat, în funcţie de condiţiile de protecţie impuse acestor cabluri, iar aplicarea pe cabluri a maselor plastice se realizează prin extrudere sau prin bandajare, determinînd astfel o mare economie de plumb (cca. 25% pe un km de cablu), care poate fi astfel utilizat în alte scopuri necesare economiei naţionale (acumulatoare cu plumb, redresoare electrice ş.a.). Un rol important în economia de metale neferoase în construcţia cablurilor miniere (plumb, cupru şi aluminiu) îl are, aşa cum au arătat unele referate, sectorizarea fazelor cablurilor de energie, în vederea compactizării lor. Această soluţie va conduce la reducerea cu circa 2—3% a consumurilor specifice în industria de cabluri, îndeosebi a consumului de plumb şi aluminiu. Executarea cablurilor care funcţionează pînă la tensiunea de 10 kV, cu faza din aluminiu sau cupru masiv, sectorizate prin trefilarea directă a cuprului sau aluminiului şi prin procedee de laminare la cald a lingourilor, pe instalaţii continue va asigura, de asemenea, reducerea consumurilor specifice de metale neferoase în medie cu 5...8%.

Unele referate au pus în evidenţă că protecţia exterioară a cablurilor miniere de energie de 1—10 kV împotriva agenţilor corozivi din sol se poate asigura la unele cabluri prin învelişuri exterioare din mase plastice sau elastomeri sintetici (PVC, polietilenă, policloropren), fără să mai fie necesar apelul la metale neferoase (plumb). Protecţia exterioară din mase plastice asigură şi o protecţie mai bună a cablurilor împotriva coroziunii provocate la curenţii vagabonzi, făcînd inutile orice alte măsuri folosite la cablurile de tip clasic.

S-a arătat, de asemenea, că aluminiul a fost eliminat în proporţie de 80—85% la toate cablurile miniere de energie cu izolaţie de hîrtie care funcţionează la tensiunea de 1 kV, prin învelişuri de policlorură de vinil. Se prevăd tendinţe de extindere a acestui procedeu şi la cabluri izolate cu hîrtie de 6 şi 10 kV. Plumbul, ca ecran, a fost înlocuit cu aluminiu la cabluri de 10 kV. Conductibilitatea mare a ecranelor formate din cămăşi de aluminiu contribuie la limitarea supratensiunilor datorate trecerii curentului de defect prin ea, asigurînd o mai bună protecţie a muncitorilor în caz de avarii. La cablurile miniere de joasă tensiune, învelişul exterior de aluminiu este folosit drept conductor de nul, economisindu-se astfel un conductor metalic de cupru şi simplificîndu-se construcţia cablului ; secţiunea cămăşii de aluminiu, fiind mult mai mare decît a conductorilor de nul înlocuiţi, căderea de tensiune este foarte redusă.

Pentru reţele electrice miniere de joasă şi medie tensiune, de 10 şi 20 kV, se vor produce cabluri de energie cu izolaţie şi manta de PVC, care vor elimina plumbul şi aluminiul din sistemul lor de protecţie. Cablurile se vor executa, fie din aluminiu, fie din cupru masiv (în sector) sau cablat rotund şi sectorizat. Protecţia exterioară a acestor cabluri se realizează în prezent, dintr-un înveliş de PVC sau polietilenă, în loc de plumb. Prin asemenea protecţii se asigură funcţionarea cablurilor în medii foarte agresive acide şi bazice (acid sulfuric, clorhidric, hidraţi diferiţi şi derivaţii lor), care permit mărirea duratei de viaţă a cablurilor (peste 10 ani în regim permanent).

Pentru transformatoarele electrice miniere pînă la puteri aparente de 100 kVA, se va trece la înlocuirea părţii active din cupru cu materiale active din aluminiu, utilizîndu-se astfel conductoare de aluminiu realizate la Combinatul de aluminiu Slatina. Prin această măsură se va reduce cu peste

50—55% greutatea transformatoarelor electrice, folosindu-se, în același timp, mai bine baza de metale neferoase existente în țară. Unele referate au arătat că pot fi asimilate tipuri noi de transformatoare cu bobinaje din folie de aluminiu, în locul conductoarelor de aluminiu, care va reduce și mai mult consumul acestui metal și va permite o mai bună utilizare a lui.

Reproiectarea periodică a unor aparate și transformatoare electrice necesare industriei miniere va contribui la modernizarea acestora, la economisirea cuprului și aluminiului folosite în construcția lor. S-a estimat că la nivelul anului 1975 se vor putea economisi, pe această cale, circa 200—300 t/an de aluminiu.

Simpozionul a demonstrat rezervele importante care există în industria electrotehnică și industria minieră în direcția economiei de metale neferoase.

Dr. ing. **Crucerii C.**

ȘTIRI

Despre exploatarea minelor de cărbuni din U.R.S.S.

După datele din anul 1970 consumul de combustibili în U.R.S.S. a fost de 1221,8 mil. tone combustibil convențional, din care: 432,7 mil. tone c.c. cărbuni, 502,5 mil. tone c.c. petrol, 233, 5 mil. tone c.c. gaze naturale. Producția brută de cărbune în anul 1972 a fost 655 mil. tone din care: 480 mil. tone din subteran și 175 mil. tone din exploatări la zi; din totalul producției 499 mil. tone a fost huilă și 156 mil. tone cărbuni bruni. Din totalul rezervelor de combustibili 86% sînt cărbuni, 7% petrol, 6% gaze naturale și 1% alți combustibili. Rezervele de cărbuni depășesc 6 000 mrd. tone (peste 50% din rezervele mondiale).

În anul 1973 capacitatea medie de producție a minelor de cărbuni din U.R.S.S. era de 2370 t/zi pe mină. Se construiesc mine cu capacități mari de producție: Obuhovskaia-Zapadnaia cu 10 000 t/zi și Krasnoarmeiskaia-Kapitalinaia cu 13 000 t/zi din Donbass, Vorgașiorskaia nr. 1 (Peciora) cu 15 000 t/zi și Raspadskaia (Kusbass) cu 24 000 t/zi. În bazinul Donbass se construiește mina Dolshanskaia cu o capacitate de 4,2 mil. t/an prevăzută cu cele mai moderne mașini, la care productivitatea planificată în subteran este de 27,3 t/post.

În domeniul mecanizării operațiilor din abataj s-au dezvoltat mașinile de tăiat fișii înguste și complexele mecanizate. S-au construit opt tipuri de susținere mecanizată pentru stratele cu înclinare mică și mijlocie, cu grosimea între 0,7 și 3,2 m și două tipuri pentru strate foarte înclinate, cu grosimea 0,5—2,2 m. Cele mai utilizate tipuri sînt: OKP, KM-81, KM-120, KM-87 DN, 1MKM, KMK-97, KM-101TS și 2KGD. Acestea se asociază cu cele zece tipuri de combine, trei tipuri de pluguri și 12 modele de transportoare deplasabile. Cele mai răspîndite combine sînt: 2K-52, 1K-101, IGS-68, și KS-3M; ultimele trei combine lucrează în suveică. Combina MK-67 este destinată tăierii în cărbune dur, iar combina 2KGD pentru strate foarte înclinate. Aceste utilaje au ușurat mecanizarea extragerii cărbunelui din stratele subțiri cu înclinare mică și mijlocie; două treimi din producția acestor strate se exploatează cu mecanizare complexă.

Producția extrasă cu complexe mecanizate reprezenta, în anul 1972, 42% din totalul producției. Producția medie pe abataj în 1973 a fost 828 t/zi; sînt abataje care produc 2—3 000 t/zi. Un record s-a obținut la o mină de antracit cu complexul KM-87N, cînd producția a atins 207 873 t/lună, cu o realizare medie zilnică de 6 706 t; într-un alt abataj, în care tăierea s-a făcut cu plugul, s-au realizat 7 870 t/zi în medie pe o lună.

Se tinde la creșterea lungimii frontului de la 125 la 190 m, iar în stratele cu înclinare mică și pînă la 3,5 m grosime, pînă la 220—250 m; viteza medie a abatajelor trebuie să crească de la 500 la 1 200—1 500 m pe an. Pentru aceasta sînt necesare mașini de abataj cu putere mare alimentate cu curent de 1 140 V.

În ce privește combinele de înaintare, se menționează combina PK-9 pentru roci de tărie medie, combina PK-3MV, cu cap telescopic, pentru săparea galeriilor cu secțiunea pînă la 15 m² (împreună cu canalul respectiv) și combina Karaganda 7/15 pentru galerii cu profil boltit. Pentru săparea galeriilor circulare în steril s-a construit și încercat combina TOR-72, care taie întreaga secțiune. Operația de încărcare la săparea galeriilor este mecanizată în proporție de 70% (anul 1973).

Referitor la transport, tendința este ca acesta să se facă continuu, cu transportoare, de la abataj la puț și în continuare la suprafață, cu dirijare automatizată. Aproape în toate bazinele carbonifere se face trecerea de la transportul cu vagonete la transportul continuu, folosindu-se transportoare cu bandă moderne pînă la 1,5 km lungime, cu debite pînă la 1 000 t/h.

Pe de altă parte s-a mărit capacitatea locomotivelor și a vagonetelor.

Productivitatea în subteran este în continuă creștere; în anul 1972 a fost 2,7 t/post, iar la 1 iulie 1973 a ajuns la 3,1 t/post.

După articolul prof. dr. ing. K. Kuznețov — Moscova

Tehnica exploatării la zi a zăcămintelor din R.F. Germania

Caracteristică pentru exploatările la zi din R.F. Germania a fost dezvoltarea tot mai mult a capacității utilajelor și modernizarea acestora. Astfel, pentru zăcămintele cu roci moi se utilizează excavatoare cu rotor cu cupă care au o capacitate de 200 000 m³/zi, transportoare cu bandă de 3 000 mm lățime cu inserții metalice și viteză de 6,5 m/s, care transportă 240 000 m³/zi. În zăcămintele cu roci dure s-au introdus mașini de forat găuri de mină cu diametru mare (peste 100 mm) și lungimea de aproximativ 60 m, folosindu-se, atît perforatoare percutante sau rotative după sistemul obișnuit, cît și perforatoare plasate în fundul găurii. Pe lîngă mașinile de încărcat cu capacitate mare se folosesc camioane pentru transport cu capacitate de 50 t (față de 235 t capacitate maximă a camioanelor folosite în S.U.A.). Tendința este ca și în aceste cariere să se introducă transportul continuu folosind concasoarele mobile cuplate cu transportoarele cu bandă.

O atenție deosebită se dă problemelor de organizare și metodelor de lucru, prin introducerea sistemelor electronice de prelucrare a datelor.

Glückauf, nr. 19, 1974, p. 763

Zăcăminte importante în Antarctica

Sub calota de gheață a celui de-al șaselea continent se continuă zăcămintele de substanțe minerale utile din Australia și Africa de Sud. Se presupune că în Antarctica se găsesc: huilă, minereuri de fier, uraniu, aur, cupru, crom, nichel, platină și thoriu, precum și gaze naturale și petrol. Pentru explorarea hidrocarburilor se desfășoară o intensă activitate de forare la adîncime a platformei continentale antarctice. În ce privește huila, geologii sovietici presupun că la sud de Țara Victoriei există rezerve de sute de miliarde de tone. Într-o altă regiune a platformei continentale geologii americani au găsit un mare zăcămînt de cupru.

Glückauf, nr. 19, 1974, p. 760

Buraj cu apă în cartuşe speciale

Firma Montanplastik din R.F. Germania a fabricat cartuşe pentru burajul cu apă, prevăzute cu un dispozitiv de frînare, care împiedică ieşirea burajului din gaura de mină. Cartuşele sînt umplute cu apă în proporţia necesară, după aceea se face închiderea cartuşului şi se sudează la unul din capete nişte aripioare care servesc pentru reţinerea burajului în găurile înclinate, de diferite diametre. Forma cilindrică a cartuşelor permite utilizarea lor şi în găuri perforate în roci fisurate. Pentru o mai bună combatere a prăfuirii cantitatea de apă din cartuş a fost mărită cu 10% şi s-au adăugat substanţe care colmatează praful. În afară de aceasta datorită striurilor de pe suprafaţa cilindrică a patroanelor, expulzarea acestora este mult redusă, evitîndu-se astfel deflagrarea explozivului.

Glückauf, nr. 19, 1974, p. 761

Combina de tip minerul-continuu pentru roci tari şi abrazive

Firma Jeffrey Mining Machinery Co din Columbus (Ohio—S.U.A.) a construit combina Heliminer 120-HR care a fost încercată timp de doi ani la minele de fier, unde s-a realizat cu acest utilaj o producţie de 500 000 t. Maşina este un model mai mare şi mai nou al tipului 120 Heliminer folosit la cărbuni. Ea are o greutate mai mare şi poate servi pentru excavarea rocilor mai dure şi mai abrazive decît cărbunele: minereuri de fier, săruri de potasiu, ghips, sare gemă şi altele. S-a realizat o combinaţie între putere şi greutate, precum şi o rigiditate a tamburului tăietor, care dau maşinii stabilitatea necesară pentru tăierea în roci dure. Combina este prevăzută cu acţionare hidraulică la joasă presiune şi realizează pînă la 15 t/min în strate cu grosimea de 3,6 m, în condiţii dificile de tăiere.

Mining Journal ian., 1974 p. 23

Procedee de combatere a metanului

La minele de cărbuni din S.U.A. se consideră că procedeele de combatere a metanului trebuie extinse cu atît mai mult cu cît concentrarea producţiei creşte şi exploatarea avansează în adîncime. Este indicat ca aceste procedee să se aplice în toate fazele mineritului subteran, începînd cu explorarea şi pînă la terminarea exploatării zăcămîntului. După experienţa de la minele din S.U.A. se recomandă următoarele procedee a căror eficienţă maximă este indicată procentual în paranteză:

înainte de începerea exploatării

— forarea de găuri verticale pentru degazare (20—30%);

— forarea de găuri orizontale şi verticale pentru degazare (80—90%);

— izolarea panourilor în care s-au executat galeriile principale de trasare, pentru degazarea lor timp de aproximativ un an (70—80%);

în timpul exploatării;

— forarea de găuri orizontale şi înclinate pentru degazare (70—80%);

— injecţii de apă (40—80%);

— intensificarea aerajului (90—100%);

— introducerea de conducte verticale cu fante pentru degazare (30—70%).

Se mai recomandă şi alte metode cum ar fi: hidrofracturarea panoului de cărbune pentru creşterea impermeabilităţii şi diluarea rapidă a metanului cu aer proaspăt.

Bureau of Mines Circular, 8621, 1973

Containerizarea transportului covoarelor de bandă

Datorită secţiunii reduse a căilor de transport în subteran, la minele din bazinul Nord şi Pas-de-Calais lungimea maximă de bandă pentru transportoare, introdusă în mină, era de 100 m. Intrucît folosirea transportoarelor mai lungi de bandă măreşte fiabilitatea instalaţiilor şi reduce costul întreţinerii, se aplică, în acest scop, un procedeu original de introducere a covorului de bandă cu ajutorul unor containere paralelipipedice. Se folosesc două sau mai multe containere pentru acelaşi tronson de bandă care, nu este întrerupt de la un container la altul. Containerele au un gabarit redus şi se introduc în mină în poziţie suprapusă prin lucrările miniere cu secţiune mare sau unul după altul pe căile de transport cu secţiune redusă.

Containerele sînt nişte cutii paralelipipedice de tablă avînd mai multe rînduri de găuri în pereţii laterali; aceste găuri servesc pentru introducerea unor bare necesare pentru înfăşurarea benzii la capetele containerului, banda aşezîndu-se în cutia acestuia, în mai multe strate. Greutatea unui container pentru o bandă cu lăţimea de 1 000 mm este de circa 200 kg. Folosind containere cu lungimea de 2,6—3,0 m s-au introdus tronsoane de bandă cu lungimea pînă la 300 m, greutatea containerului încărcat fiind de 2,9—4,3 t.

Se preconizează efectuarea containerizării chiar de la fabricant, astfel că aceasta să fie folosită şi pentru transportul pînă la mină.

Industrie Minérale, Mine — Supplément, 2 aug.-sept., 1974, p. 77

Combustibil lichid din cărbune în India

Pentru a face faţă preţului ridicat al petrolului se proiectează în India construirea unor instalaţii pentru obţinerea combustibilului lichid din cărbune, cu capacitate de 1 mil. t/an. În acest scop se construieşte o instalaţie experimentală după procedeul Lurgi, în Dhanbad (Bengalul de Vest). Viitoarele instalaţii industriale se vor construi în statele Bengalul de Vest şi Assam. Baza materială o formează zăcămintele de cărbune ale ţării care însumează mai multe miliarde de tone.

Glückauf, nr. 20, 1974, p. 810

Producerea cuprului prin combinarea metodelor de extracţie cu solvent şi prin electroliză

În prezent aproape 20% din cuprul existent în lume se produce prin metode hidrometalurgice. Cele mai multe minereuri tratate cu aceste metode sînt leşiate cu acid sulfuric, iar cuprul este adesea extras prin cementarea zgurelor feroase. Cu toate că dezavantajele acestor metode sînt bine cunoscute, extracţia cuprului cementitic, în ciuda contaminării ridicate în fier, a fost practicată peste tot deoarece, din punct de vedere tehnic, metoda aceasta este mai uşoară decît altele. Totuşi, încă din anul 1900 au fost efectuate încercări pentru a înlocui producerea cuprului cementitic prin electroliza cuprului din soluţii leşietice. În acest fel hidrometalurgia a cîştigat o importanţă tot mai mare, mai ales şi din caza problemelor puse de conservarea mediului înconjurător cît şi creşterii producţiei de minereuri cuprifere oxidice. În prezent se caută combinarea metodei de extracţie cu solvent cu metoda electrolizei, rezultînd o serie de avantaje importante, cum ar fi menţinerea consumului specific de curent electric în limite economice prin reducerea la minimum sau chiar eliminarea efectului negativ produs de prezenţa sărurilor de fier. Această optimizare este asigurată de extracţia cu solvent care îmbunătăţeşte proprietăţile electrolitului destinat electrolizei prin concentrarea soluţiilor cu conţinut scăzut de cupru şi separarea selectivă a cuprului din soluţiile puternic contaminate de fier. Cînd cementarea este înlocuită cu o metodă combinată de extracţie prin solvent şi electroliză, acidul sulfuric, care în procesul de cementare este pierdut, se recuperează. De asemenea, densitatea curentului în instalaţiile de electroliză, care folosesc un electrolit obţinut prin extracţia cu solvent, poate să crească de la 85—150 amp/m² la 350amp/m².

Firma Krupp Industrie — und Stahlbau din Rheinhausen (R.F. Germania) a efectuat un volum ridicat de cercetări legate de problema combinării extracţiei cu solvent cu electroliza, ajungînd la concluzia că această metodă combinată prezintă un dublu interes. Astfel, pentru uzinele în care urmează să se prelucreze minereuri sărace de cupru oxidice şi de amestecuri de sulfuri de cupru, procesul tehnologic se poate uşor adapta caracteristicilor locale (investiţii disponibile mici, lipsă de personal şi energie electrică, protecţia mediului înconjurător etc.). Al doilea avantaj este posibilitatea înlocuirii treptate a instalaţiilor de cementare cu instalaţii standardizate ale noului procedeu, combinat după un sistem modular; aceasta permite ca şi unităţile mici cu producţie anuală pînă la 1 000 t cupru de catod să funcţioneze econo-

mic. O singură unitate modulară poate produce circa 60 m^3/h de soluție leșietică. Dacă conținutul în cupru în soluția supusă extracției este între 1 și 5.5 g/l, extracția în cupru poate ajunge între 1,8 și 7,8 t/zi. Metoda combinată de extracție cu solvent și electroliză urmează să fie perfecționată în următorii ani, datorită noilor restricții impuse în prezervarea mediului înconjurător (reducerea emisiilor de SO_2 în atmosferă) precum și creșterii producției de minereuri sărace cuprifere.

Mining Magazine, sept. 1974, p. 165

Instalație pilot pentru gazeificarea cărbunelui

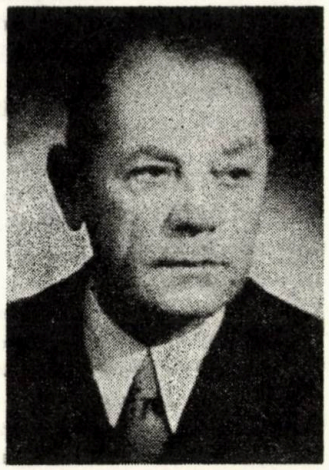
Firma COGAS Development Co (S.U.A.) anunță punerea în funcțiune la Institutul British Utilisation Coal Research (BCURA) de lîngă Londra a unei instalații pilot pentru convertirea cărbunelui într-un gaz de calitate superioară. Instalația poate prelucra zilnic 100 t cărbune și face parte dintr-o investiție de 7 mil. dolari care va demonstra fezabilitatea noului procedeu, numit „energie curată din cărbune". Acest procedeu se bazează pe o piroliză în mai multe etape a cărbunelui, din care la început rezultă un petrol sintetic, un cocs și un gaz de piroliză. Prima fază a procedeului condusă de BCURA constă în gazeificarea cocsului cu abur la presiune joasă, folosind o tehnologie proprie pentru producerea gazului sintetic. Apoi gazele de piroliză și de sinteză, care sînt bogate în monoxid de carbon și hidrogen, sînt combinate, purificate și puse în reacție chimică pentru a forma metan de înaltă puritate. Se așteaptă ca rezultatele economice obținute să fie pozitive, deoarece la producerea căldurii de reacție abur-carbon pentru obținerea gazului sintetic se folosește mai mult aer decît oxigen, se obțin produse secundare de petrol valoroase, se folosesc presiuni joase care elimină faze tehnologice costisitoare și reactivitatea chimică a cocsului este mai ridicată datorită pirolizei patului fluidizat.

Mining Magazine, sept. 1974, p. 233

Cererea mondială obligă creșterea producției de cărbune

Baza principală a unei alimentări sigure cu energie pe termen lung rămîne cărbunele și energia nucleară. Această concepție a fost susținută de către președintele consiliului de conducere a firmei vestgermane Ruhrkohle AG (RAG), dr. ing. Karlheinz Bund, în referatul său introductiv la o întrunire asupra celei de-a IX-a Conferințe Internaționale a energiei de la Detroit. În referatul său intitulat *Rezervele mondiale de cărbune și importanța lor actuală și viitoare* dr. Bund subliniază că nici un fel de sursă de energie nu a avut parte într-un timp așa de scurt de schimbări de atitudine în ce privește valorificarea cum a suferit cărbunele de cînd a apărut criza de energie în iarna anului trecut. Avantajul cărbunelui — care este cu precădere cea mai mare sursă de energie fosilă — este răspîndirea foarte mare a rezervelor sale în lume. În comparație cu petrolul, de cărbune dispun cele mai mari țări care folosesc energie, iar în unele țări rezervele sînt chiar prea mari. Metodele moderne de exploatare și transport se găsesc în prezent la începutul dezvoltării lor. S-a cutezat să se prezică că pătrunderea metodelor tehnice moderne în industria cărbunelui va conduce la schimbări importante în comparație cu alte energii primare. Chiar dacă pînă în anul 1985 energia nucleară va contribui cu o treime la producerea energiei electrice necesare va trebui să se facă apel la circa 600—1000 mil. tone combustibil convențional. Pentru fabricarea oțelului, datorită sporirii producției mondiale de oțel la peste 1 mrd. tone pînă în 1985, în ciuda importanței crescînde a reducerii directe, trebuie să se ia în seamă o creștere a necesarului de cărbune cocsificabil de circa 200 mil. tone.

Glückauf, nr. 19, 1974, p. 759



Inginerul Helmut Schmidt

La 19 ianuarie 1975 s-a stins din viaţă inginerul Helmut Schmidt, după o activitate de peste 50 de ani consacrată dezvoltării industriei miniere din ţara noastră.

S-a născut în Bucureşti în anul 1895 şi după ce şi-a luat diploma de inginer de mine la Şopron s-a angajat în anul 1921 la minele de cărbuni din Lupeni, unde a ajuns şef al „Biroului tehnic" care devenise un adevărat laborator de mecanizare şi raţionalizare a minelor respective. În această perioadă inginerul Schmidt a depus o activitate deosebită pentru desăvîrşirea concentrării exploatărilor din cîmpul minier Lupeni într-o singură mină, cea mai mare din ţară.

Necesităţi de serviciu l-au determinat pe inginerul Schmidt să se ocupe ulterior de mineritul metalifer din Munţii Apuseni şi de la Baia Mare. De numele său sînt legate deschiderea minei Săsar, concentrarea cîmpurilor miniere din Valea Borcutului şi construirea uzinei de cianurare, prima realizare de acest gen, la scară industrială, din ţara noastră.

După eliberarea ţării de sub jugul fascist inginerul Schmidt datorită vastei sale experienţe, a ocupat posturi de răspundere în cadrul direcţiei tehnice din minister, în perioada cînd mineritul nostru a făcut un important salt cantitativ şi calitativ.

În ultima perioadă a activităţii sale a lucrat în cadrul Trustului de prospecţiuni şi explorări miniere, ocupîndu-se de deschiderea unor importante rezerve de minereuri de fier şi neferoase. De asemenea a adus o contribuţie la realizarea lucrărilor miniere de la Hidrocentrala Argeş, prin perfecţionarea procedeelor de săpare şi susţinere.

Pentru merite deosebite în muncă a fost distins cu Ordinul Muncii şi Medalia Muncii.

Inginerul Helmut Schmidt a fost totdeauna un exemplu de corectitudine, de muncă ordonată şi de îndeplinire cu conştiinciozitate a datoriei. A iubit profesiunea de inginer de mine, dînd o deosebită atenţie problemelor de tehnică nouă.

Toţi cei care l-au cunoscut, dar mai ales colaboratorii săi, îi păstrează o trainică amintire.

TEMATICA
REVISTEI
MINE PETROL ŞI GAZE

În dorinţa de a da o orientare colaboratorilor revistei în alegerea subiectelor şi avînd în vedere scopul pe care îl are revista, de a prezenta activitatea din industria noastră extractivă şi de a sprijini, prin materialele pe care le publică, realizarea în cele mai bune condiţii a sarcinilor trasate prin directivele Congresului al XI-lea al P.C.R., Colegiul de redacţie a alcătuit tematica redată în cele ce urmează.

1. Geologie, prospecţiuni şi explorări

— Perfecţionarea metodelor de prospecţiune geologică şi geofizică, precum şi a metodelor de explorare, cu exemple de realizări din ţara noastră.

— Metode moderne de determinare a conţinutului de substanţe minerale utile in situ.

— Zăcăminte noi de substanţe minerale utile şi posibilităţile de valorificare a acestora.

— Probleme legate de geneza şi migrarea ţiţeiului şi gazelor, precum şi repartiţia acumulărilor de hidrocarburi.

— Contribuţii la cunoaşterea stratigrafiei şi tectonicii unităţilor geologice şi a zonelor petroliere şi gazeifere din ţara noastră.

— Prospecţiunile geochimice aplicate la zăcămintele de ţiţei şi gaze.

— Aspecte ale eficienţei economice în lucrările de cercetare geologică.

— Probleme noi în organizarea sistemului de culegere şi prelucrare a datelor de informare geologică.

2. Fizica zăcămintelor de petrol şi gaze

— Contribuţii privind proprietăţile ţiţeiului, gazelor şi apei în condiţii de zăcămînt; proprietăţile rocilor-magazin şi caracterizarea neuniformităţii acestora.

— Prevederea comportării zăcămintelor în perioada de exploatare; cercetarea sondelor şi zăcămintelor.

— Investigarea zăcămintelor cantonate în roci carbonatate.

— Metode noi de mărire a factorului de recuperare.

3. Forajul sondelor

— Forajul cu motoare de fund;
— Forajul sondelor cu diametre mici.
— Forajul sondelor de mare adîncime.
— Traversarea şi deschiderea formaţiunilor productive.
— Noi utilaje şi echipamente de foraj.
— Pierderile de circulaţie şi combaterea lor.
— Noi scheme de montaj a instalaţiilor de foraj.
— Noraie speciale de foraj.
— Cimentarea sondelor; materiale şi metode noi.

4. Exploatarea zăcămintelor de substanţe minerale utile

— Concentrarea producţiei pe fronturi de lucru, sectoare şi mine.

— Aplicarea metodelor de mare productivitate la minele şi carierele din ţara noastră.

— Exploatarea prin dizolvarea unor substanţe minerale solide.

— Reducerea pierderilor şi diluţiei.

— Asecarea formaţiunilor acvifere din apropierea stratelor de lignit şi din alte zăcăminte; ecrane protectoare.

— Perfecţionarea metodelor clasice de exploatare aplicate la minele din ţara noastră.

— Perfecţionarea tehnologiei de exploatare şi a organizării producţiei în cariere.

— Exploatarea pilierilor.

— Măsuri luate în exploatare pentru protecţia suprafeţei şi a construcţiilor de la suprafaţă.

— Metodele de deschidere a stratelor cu ţiţei (perforări) şi eficacitatea lor.

— Posibilităţile de dirijare a procesului de exploatare a zăcămintelor de ţiţei în scopul obţinerii unui factor de recuperare mare.

— Cazuri interesante în exploatarea unor zăcăminte.

— Metode pentru mărirea productivităţii şi receptivităţii sondelor.

— Intensificarea afluxului de ţiţei în gaura de sondă (fisurări, tratamente chimice, termochimice etc.).

— Metode noi de punere în producţie a zăcămintelor.

— Exploatarea sondelor de mare adîncime.

— Combaterea viiturilor de nisip în exploatarea sondelor (cercetări, posibilităţi de extindere a metodelor cu rezultate favorabile).

— Combaterea depunerilor de parafină în procesul de exploatare a sondelor.

— Scheme moderne şi dispozitive pentru exploatarea sondelor în gazlift continuu şi intermitent.

— Aspecte moderne şi îmbunătăţirea exploatării prin pompajul de adîncime.

— Îmbunătăţirea regimului tehnologic la sondele în producţie.

— Exploatarea sondelor de gaze naturale.

— Metode de menţinere a presiunii în zăcămînt.

— Metode de recuperare secundară şi terţiară a ţiţeiului.

— Metode speciale de exploatare a zăcămintelor de ţiţei (termice, injecţie de apă cu viscozitate mărită, injecţie de fluide miscibile, injecţie de CO_2 etc.).

— Apele reziduale din schelele petrolifere şi utilizarea acestora în procesele de injecţie.

— Instalaţii şi echipamente în procesele de injecţie.

5. Susţinerea lucrărilor miniere

— Cercetări de mecanică a rocilor.

— Extinderea susţinerii hidraulice în abataje (cu stîlpi hidraulici şi cu susţinere mecanizată).

— Perfecționări aduse procedeelor de susținere a lucrărilor miniere.
— Progrese făcute în domeniul înlocuirii lemnului și oțelului la susținere.
— Criterii de dimensionare optimă a susținerii lucrărilor miniere, în funcție de destinație și condiții geologico-miniere.

6. Probleme de transport

— Extinderea transportului continuu la minele din țara noastră.
— Perfecționări aduse transportului cu vagonete.
— Mecanizarea transportului personalului și al materialelor.
— Perfecționarea transportului pe puțuri.
— Orientări noi în transportul minier.
— Coloectarea și pregătirea gazelor pentru transport.
— Colectarea, tratarea și transportul țițeiului.
— Probleme privind proiectarea, construirea și exploatarea conductelor magistrale de petrol și gaze.
— Proiectarea, execuția și exploatarea rețelelor de distribuție.

7. Aerajul minier

— Optimizarea aerajului general al minelor.
— Măsuri de ordin tehnico-minier pentru îmbunătățirea aerajului.
— Realizarea aerajului parțial la lucrările miniere de lungime mare și cu ramificații.
— Îmbunătățiri aduse utilajelor și materialelor folosite pentru aerajul minier.

8. Prepararea substanțelor minerale utile

— Noi orientări în prepararea substanțelor minerale solide
— Rezultate obținute în domeniul valorificării complexe a minereurilor.
— Tehnologia preparării noilor tipuri de minereuri.
— Introducerea de noi reactivi și eficiența folosirii lor.
— Perfecționarea procedeelor de înnobilare a unor substanțe nemetalifere.
— Probleme privind perfecționarea utilajelor de preparare fabricate în țară.
— Protejarea utilajelor de preparare contra coroziunii.
— Îmbunătățirea controlului instalațiilor de preparare.
— Valorificarea deșeurilor de la preparare, inclusiv recuperarea substanțelor utile din deșeuri.
— Metode noi de analiză fizico-chimică pentru controlul calității produselor miniere.

9. Probleme în legătură cu metalurgia substanțelor neferoase

10. Mecanizare și automatizare

— Probleme energetice.
— Creșterea tensiunii de alimentare cu energie electrică a unor utilaje.
— Extinderea acționării hidraulice.
— Mecanizarea complexă a abatajelor la minele de cărbuni.
— Perfecționarea mecanizării diferitelor operații miniere.
— Mecanizarea operației de susținere.
— Aplicații ale automatizării instalațiilor din industria extractivă.
— Elemente de automatizare fabricate în țară și domeniile de utilizare a acestora.
— Dispecerizarea transportului subteran și de la suprafață.
— Comanda de la distanță a unor utilaje.
— Instalații de telecontrol și telecomandă, centralizate.
— Aplicarea telecomunicațiilor radio în subteran și la suprafață.
— Utilizarea sistemelor de prelucrare automată a datelor în industria extractivă.
— Perfecționarea utilajelor folosite în industria extractivă ; utilaje noi.
— Mecanizarea proceselor grele de foraj.
— Mecanizări în operațiile de intervenție și reparație a sondelor.
— Montarea, exploatarea și întreținerea utilajelor.

11. Probleme de tehnica securității și igiena muncii în industria extractivă

12. Combaterea poluării mediului înconjurător

13. Conducerea și organizarea activității în industria extractivă

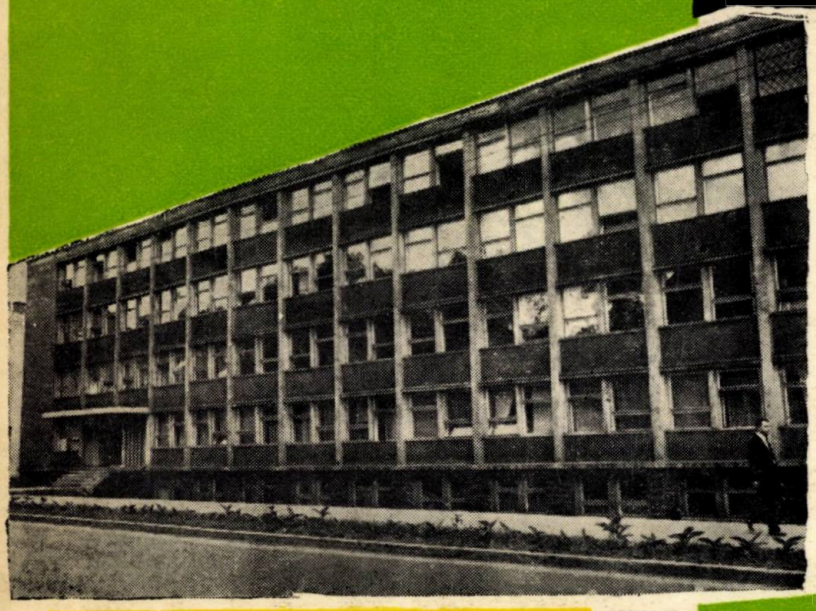
14. Formarea cadrelor

15. Probleme de conjunctură economică și prognoză

APR 1 2

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA CĂRBUNELUI PETROŞANI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI



PETROŞANI
Str. MIHAI VITEAZU nr. 3
Telefon: 1460 — 1461
Telex : 032514 ICPC

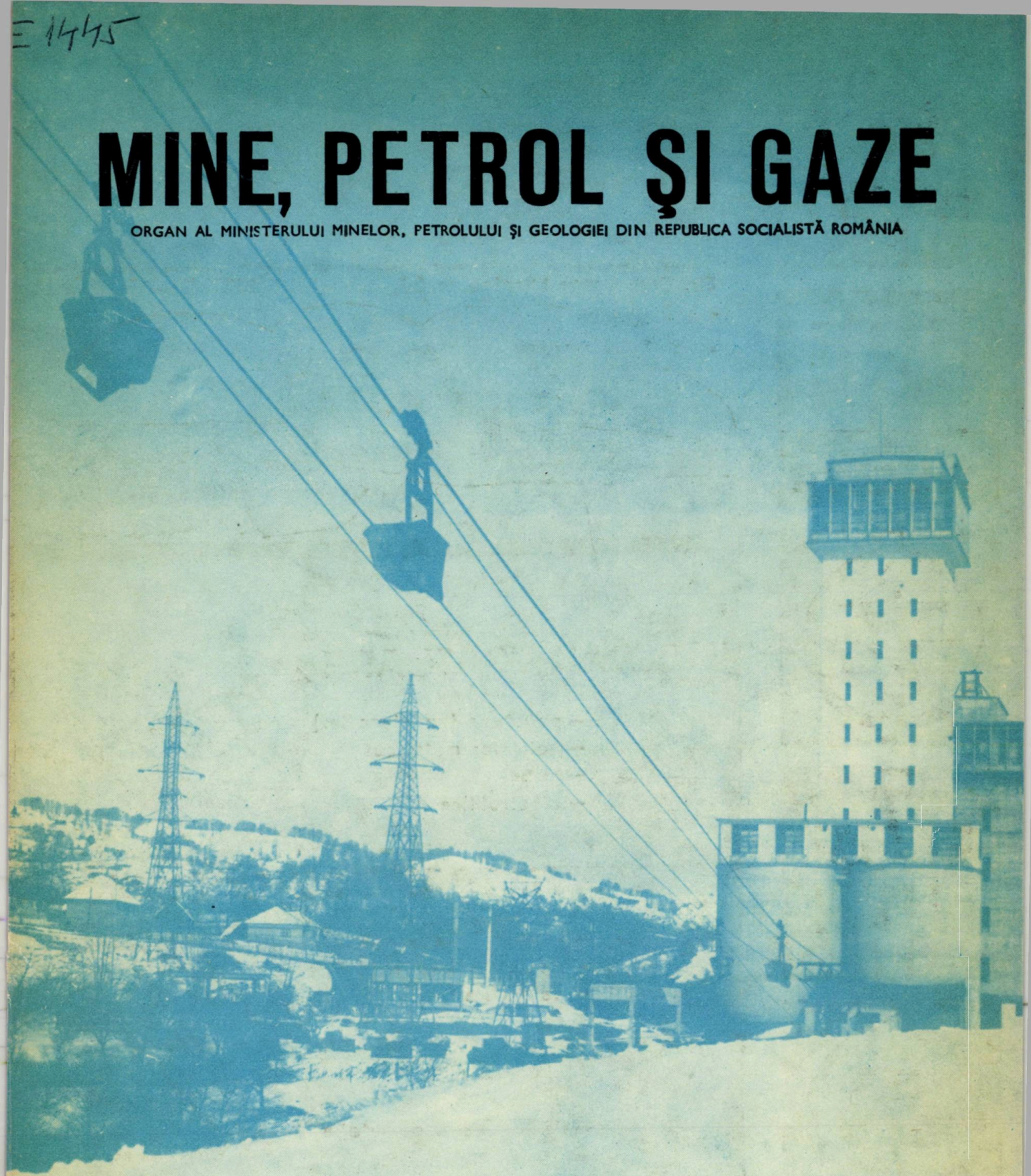
ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE TEHNOLOGICE PRECUM ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTIŢII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA ŞI INDUSTRIALIZAREA

ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE DE MECANIZARE ŞI AUTOMATIZARE A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE, PRECUM ŞI PROIECTE PENTRU UTILAJE ŞI ECHIPAMENTE MINIERE

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



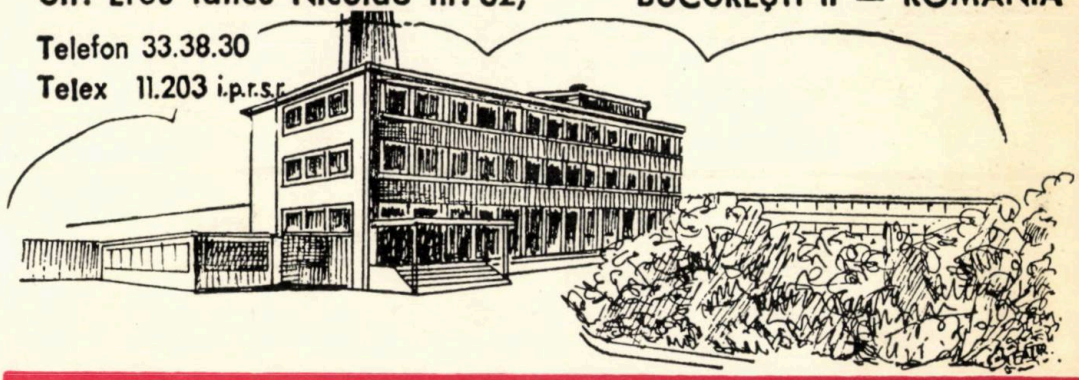
BUCUREŞTI — ROMÂNIA • VOL. 26, FEBRUARIE 1975

2

ÎNTREPRINDEREA DE PIESE RADIO ȘI SEMICONDUCTORI BĂNEASA

IPRS BĂNEASA

Str. Erou Iancu Nicolae nr. 32, BUCUREȘTI II — ROMÂNIA
Telefon 33.38.30
Telex 11.203 i.p.r.s.r.



CONDENSATOARE

- polistiren (tip styroflex)
- poliester metalizat
- hîrtie
- electrolitice

TRANZISTOARE CU Ge ȘI Si

- de joasă frecvență
- de înaltă frecvență
- de putere

DIODE

- de semnal și comutație
- redresoare
- redresoare pentru curenți mari
- stabilizatoare de tensiune
- de putere cu Si

CIRCUITE INTEGRATE

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 2 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CUPRINS

Ianăş, M. şi Zorilescu D. **Studiul statistic al zăcămintelor privind prognoza rezervelor în zone noi şi al rezervelor optime de explorare cu aplicaţie la hidrocarburi** 56

Cerchez, V. Th., Vasilescu, F., Muşat, V. şi Voiculescu, C. **Stadiul actual al cercetărilor pentru valorificarea şisturilor bituminoase din Carpaţii Orientali** 67

Codarcea, Fl. **Consideraţii asupra transformării materiei vegetale în turbă şi posibilităţilor de valorificare a acesteia** 74

Makkai, I. **Consideraţii privind tipurile de ecuaţii folosite în antecalculul elementelor albiilor de scufundare produse de exploatările subterane** 79

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. şi Fornazier, E. **Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă în formaţiunile traversate la injecţia ciclică de abur (II)** 83

Talpeş, I. **Aerajul parţial în cazul metodei de exploatare cu subetaje scurte** 87

Ionescu, D. **Folosirea lămpii de siguranţă cu benzină tip SADU 3 ca detector de gaze** 90

NOUTĂŢI TEHNICE

Szemeti, L. **Folosirea cărucioarelor de perforare Tamrock la săparea galeriilor de la hidrocentrala Lotru** 93

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**, *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

C.Z. 622.013.3

Ianăş, M. şi Zorilescu, D. *Studiul statistic al zăcămintelor privind prognoza rezervelor în zone noi şi al rezervelor optime de explorare cu aplicaţie la hidrocarburi*

După determinarea legii statistice de repartiţie a zăcămintelor pe unitatea de suprafaţă a unei unităţi geologice, se stabilesc relaţii matematice pentru prognozarea numărului de structuri şi a dimensiunilor ariilor productive, precum şi probabilitatea interceptării zăcămintelor cu diferite reţele de explorare echidistante.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.337.2

Cerchez, V. Th., Vasilescu, F., Muşat, V. şi Voiculescu, C. *Stadiul actual al cercetărilor pentru valorificarea şisturilor bituminoase din Carpaţii Orientali*

În lucrare sînt prezentate rezultatele cercetărilor asupra şisturilor oligocene din Carpaţii Orientali cu aprecierea valorii lor economice în funcţie de randamentul de extracţie a uleiului de şist.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.331

Codarcea, Fl. *Consideraţii asupra transformării materiei vegetale în turbă şi posibilităţilor de valorificare a acesteia*

După unele consideraţii asupra formării turbelor se face o descriere a turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor. Se arată utilizarea pe care o au aceste turbe şi se fac propuneri pentru o valorificare superioară, în viitor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.834.1

Makkai, I. *Consideraţii privind tipurile de ecuaţii folosite în antecalculul elementelor albiilor de scufundare produse de exploatările subterane*

După ce se prezintă diferitele formule prin care se determină elementele albiilor de scufundare produse de exploatarea zăcămintelor subterane stratiforme, se analizează formulele stabilite de Martos şi Wardell. Se arată modul în care pot fi aplicate aceste formule în condiţiile bazinului carbonifer Valea Jiului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.276.41

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. şi Fornazier, E. *Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă în formaţiunile traversate la injecţia ciclică de abur* (II)

În această a doua şi ultimă parte se tratează problema injectării unor debite ridicate de abur care poate conduce la reducerea fluxului termic din sondă, în formaţiunile traversate, de peste trei ori. Se trag concluzii asupra factorilor care influenţează pierderile de căldură în sondă şi măsurile care se pot lua pentru reducerea acestor pierderi.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.457.3

Talpeş, I. *Aerajul parţial în cazul metodei de exploatare cu subetaje scurte*

Metoda de exploatare cu subetaje cere folosirea la o împuşcare a unei cantităţi mari de exploziv în comparaţie cu celelalte metode de exploatare, ceea ce modifică parametrii de aeraj pentru diluţia gazelor. După ce se face calculul duratei de aerisire a abtajului cu subetaje se prezintă două nomograme alăturate care ajută personalul tehnic la luarea măsurilor necesare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol, **26**, nr. 2, 1975

C.Z. 622.412.2 : 622.473.2

Ionescu, D. *Folosirea lămpii de siguranţă cu benzină tip SADU 3 ca detector de gaze*

Se descrie ultimul tip de lampă cu benzină, fabricat în ţară, care se foloseşte atît pentru determinarea conţinutului de metan şi oxigen din atmosfera minei, cît şi pentru semnalizarea prezenţei bioxidului de carbon.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. **26**, nr. 2, 1975

NOUTĂŢI TEHNICE

C.Z. 622.233.43

Szemeti, L. *Folosirea cărucioarelor de perforare Tamrock la săparea galeriilor de la hidrocentrala Lotru*

ŞTIRI

Redacţia şi administraţia: Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, Oficiul de informare documentară (O.I.D.), str. Mendeleev nr. 36—38, Bucureşti sectorul I, telefon 330350/138.

Tiparul executat la I. P. „Informaţia" cu cda. nr. 1754

CONTENTS

C.Z. 622.013.3

Ianăş, M. and Zorilescu D. *Statistical study on deposits regarding the prognosis of reserves in new fields and exploration network as applied to hydrocarbons*

After establishing the statistical partition law on the unit area of a geologic unit, the mathematic relations for the prognosis of the number of structures and of the size of producing areas, as well as the probability to meet deposits with various equidistant exploration network are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.337.2

Cerchez, V. Th., Vasilescu, F., Muşat, V. and Voiculescu, C. *Present stage of research works for oil development from Eastern Carpathians*

In the paper are presented the results of the research works on the Oligocene oil shale from Eastern Carpathiens with the estimation of their economic value as function of shale oil yield.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622. 331

Codarcea, Fl. *Considerations on the vegetable matter change into peat and possibilities to use the peat*

After some considerations on the peat genesis a survey of the oligotrophic peat deposits from Dorna basin is made. The present use of the peat and proposals for its higher turning into account in the future are shown.

Mine, Petrol, şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.834.1

Makkai, I. *Considerations on the equations used in preliminary calculations of the subsidence areas caused by the underground mining*

After a presentation of the various formulae used to define the elements of the subsidence areas caused by the underground mining, an analysis is made on the formulae established by Martos and Wardell. The manner in which could be applied these formulae in the case of Valea Jiului coal basin is shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.276.41

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. and Fornazier, E. *Posibilities to diminish the heat losses into the rock drilled with cyclic steam jet (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.457.3

Talpeş, I. *Auxiliar ventilation in the case of sublevel caving method*

Sublevel caving method needs a great amount of explosives compared with other working methods with respective change of ventilation parameters for gas dilution. Based on a conventional formula for establishing ventilation time interval of the sublevel stope, two cupled nomograms are presented in order to help the technical staff to take the necessary measures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.412.2 : 622.473.2

Ionescu, D. *Use of flame safety lamp type SADU 3 as gas detector*

The last Romanian flame safety lamp is described, used both to control methane and oxigen content into mine atmosphere as the presence of bioxide carbon.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

TECHNICAL NEWS

C.Z. 622.233.43

Szemeti, L. *Use of Tamrock drilling platform Minironde for drifting at Lotru hydropower plant*

Mine. Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

NEWS

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.013.3

Янэш, М. и Зорилеску, Д. *Статистическое изучение месторождений с точки зрения прогнозирования запасов новых участков и оптимальных разведочных запасов применительно к углеводородам*

После того как установливается статистический закон распределения месторождений из единицуплощади геологического предприятия приведены математические отношения для прогнозирования количества структур и размеров продуктивных площадей, а также для определения вероятности пересечения месторождений с помощью различных разведочных сетей.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.337.2

Черкез, В, Т., Василеску, Ф., Мушат, В.и Воикулеску, К. *Существующее положение исследований проведенных в целях освоения месторождений битуминозных сландцев Восточных Карпат*

В работе представлены результаты, проведенные в целях освоения олигоченных сланцев Восточных Карпат, оценив при этом экономические параметры в зависимости от извлечения битуминозных масел

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.331

Кодарча, Фл. *Соображения о превращении растений в торф и возможностях их освоения*

Представлены некоторые соображения об образовании торфов, после чего описываются олиготрофные торфы бассейна Дорна. Указывается область применения эти торфов и представлены предложения улучшего их использования в будущем периоде.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.834.1

Маккаи, Я. *Соображения о типах уравнений применяемых в предварительной подсчёте элементов русел оседания земной поверхности в результате подземных работ*

Представлены различные формулы для определения элементов русел оседания земной поверхности в результате разработки пластообразных месторождений и приводится анализ формул, разработанных Мартош и Вардели. Указывается возможность применения этих формул в условиях угольного бассейна Валя Жиулуй.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.276.41

Гуцу, Гр., Сокол, С., Константинеску, П. и Форназиер, Е. *Возможности уменьшения потерь тепла в скважине при циклиным нагнетании пароь (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.457.3

Талпеш, И. *Частичное проветривание в условиях применения системы разработки короткими подэтажами*

Система разработки подэтажами требует при взрыве большого количества взрывлатых веществ, по сравнению с другими системами работки изо чего меняются параметры проветривания для разбавления газов. Приводится пример подсчёта продолжительности периода проветривания подэтажного забоя и представлены две номограммы, которые могут быть использованы техническим персоналом при разработке необходимы мероприятий.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.412.2 : 622.473.2

Ионеску, Д. *Применение предохранительной бензиновой лампы типа САДУ 3 в качестве газолокатора*

Описывается конструкция последнего типа отечественной бензиновой лампы, применяемое как для определения содержания метана и кислорода в шахтной атмосфере, так и для обнаружения присутствия CO_2.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

НОВОСТИ ТЕХНИКИ

C.Z. 622.233.43

Семети, Л. *Применение буровых кареток типа Тамрок при проведении горизонтальных горных выработок на ГЭС Лотру*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

SOMMAIRE

C.Z. 622.013.3

Ianăş, M. et Zorilescu D. *L'étude statistiques des gisements concernant la prèvision des dépôts existant dans les zones nouvelles et des réserves optimes pour l'exploration applicable aux hydrocarbures*

Après la détermination de la loi statistique de distribution des gisements par unité de surface d'une unité géologique, on détermine des rélations mathématiques pour la prévision du nombre des structures et des dimensions des aires productives, ainsi que la probabilité de l'interception des gisements avec des différents réseaux équidistants d'exploration.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.337.2

Cerchez, V. Th., Vasilescu, F., Muşat, V. et Voiculescu, C. *L'étape actuelle des recherches pour la valorisation des schistes bitumineux de Carpaţii Orientali*

Dans cet article sont présentés les résultats des recherches sur les schistes olligocènes de Carpaţii Orientali en déterminant leurs valeurs économique en fonction du rendement d'extraction de l'huile schisteuse.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.331

Codarcea, Fl. *Des considérations sur la transformation de la matière végétale en tourbe et les possibilités de valorisation de celle-ci*

Après des considérations concernant la formation des tourbes, on fait une description des tourbières oligotrophes du bassin Dorna. On montre comment sont utilisées cettes tourbes en proposant pour l'avenir une valorisation supérieure de celle-ci.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.834.1

Makkai, I. *Des considérations concernant les types des équations utilisées dans le calcul anticipé des éléments pour les lits de subsidence produits par les exploitations souterraines*

Après une présentation des différentes formules par lesquelles on détermine les éléments pour les lits de subsidence produits par l'exploitation des gisements souterrains stratiformes, on analyse les formules établies par Martos et Wardell. On indique comment on peut appliquer cettes formules dans les conditions du bassin carbonifère de Valea Jiului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.276.41

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. et Fornazier, E. *Possibilités de réduction des pertes de chaleur de la sonde dons les formations traversées à l'injection cyclique à vapeurs (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.457.3

Talpeş, I. *L'aérage partiel et la méthode d'exploitation à galeries en sous-étages courtes*

La méthode d'exploitation à galeries en sous-étages demande l'emploie d'une grande quantité d'explosif, pour une volée, par rapport aux autres méthodes d'exploitation, ce qui modifie les paramètres d'aérage pour la dilution des gaz. Après le calcul de la durée d'aérage de l'abattage en sous-étages on présente deux nomogrammes rèunis qui aident le personnel technique à prendre les mesures nécessaires.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.412.2 : 622.473.2

Ionescu, D. *L'emploie de la lampe de sureté à essence type SADU 3 comme détecteur á gaz*

On décrit le dernier type de lampe de sureté à essence fabriqué en Roumanie, qui est utilisé tant pour la détermination du contenu en grisou et en oxigène de l'atmosphère de la mine que pour signaler la présence de bioxide de carbone.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

NOUVELLES

C.Z. 622.233.43

Szemeti, L. *L'emploie des chariots de forage Tamrock à l'excavation des galeries de l'hydrocentrale de Lotru*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

ECHOS

INHALT

C.Z. 622.013.3

Ianăş, M. und Zorilescu D. *Statistische Untersuchung von Lagerstätten in Bezug auf die Vorräte in neu zu erschliessende Zonen und der optimalen Vorräte mit Anwendung auf Kohlenwasserstoffe*

Nach Bestimmung des statistischen Gesetzes der Aufteilung von Lagerstätten auf der Oberfläche einer geologischen Einheit, werden mathematische Beziehungen für die Prognose der Strukturenanzahl und der Abmessungen der produktiven Flächen festgestellt sowie auch die Wahrscheinlichkeit der Auffindung von Lagerstätten mit verschiedenen Schurfnetzen mit gleichem Abstand.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.337.2

Cerchez, V. Th., Vasilescu, F., Muşat, V. und Voiculescu, C. *Das gegenwärtige Stadium der Forschung in Bezug auf die Verwertung der Oelschiefervorräte aus den Ostkarpathen*

Im Aufsatz werden die Ergebnisse der Untersuchungen über die Oelschiefervorräte der Ostkarpathen, über ihren wirtschaftlichen Wert in Bezug auf des Ausbringen der Oelextraction dargelegt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26 nr. 2, 1975

C.Z. 622.331

Codarcea, Fl. *Betrachtungen über die Verwandlung der pflanzlichen Stoffe in Torf und dessen Verwertungsmöglichkeiten*

Nach einigen Betrachtungen über die Entstehung des Torfes werden die eutrofen Hochmoore des Dorna-Beckens beschrieben. Es wird die Verwertung des Torfes besprochen und Maßnahmen für deren wirtschaftlichhöhere Verwertung vorgeschlagen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.834.1

Makkai, I. *Betrachtungen über die Gleichungstypen welche bei der Vorausberechnung der Senkungsmulden als Folge des Abbaues angewendet werden*

Nach Erörterung der verschiedenen Formeln durch welche die Elemente der Senkungsmulden, als Folge der Abbauvorgänge der Flöze, berechnet werden, werden die Formeln von Martos und Wardell analysiert und deren Anwendungsmöglichkeiten auf des Jiutalbecken gezeigt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.276.41

Guţu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. und Fornazier, E. *Möglichkeiten zur Verringerung der Wärmeverluste der Bohrlöcher in den durchfahrenden Formationen bei der zyklischen Dampfeinspritzung (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.457.3

Talpeş, I. *Die Teilbewetterung bei der Abbaumethode mit kurzen Teilsohlen*

Die Abbaumethode mit Teilsohlen fordert grosse Sprengstoffmengen im Vergleich mit anderen Abbaumethoden, wodurch die Bewetterungsparameter verändert werden. Zwei Nomogramme für die Berechnung der Bewetterungsdauer des Abbaues mit Teilsohlen helfen den technischen Personal beim Treffen der notwendigen Maßnahmen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

C.Z. 622.412.2 : 622.473.2

Ionescu, D. *Die Benzinsicherheitslampe SADU 3 als Schlagwetterdetektor*

Es wird die letzte Type der im Lande gefertigten Benzinlampe beschrieben welche sowohl zur Bestimmung des Methangehaltes sowie auch des Sauerstoff- und Stickstoffgehaltes in der Grube gebraucht wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

TECHNISCHE NEUHEITEN

C.Z. 622.233.43

Szemeti, L. *Anwendung von Tamrockbohrwagen beim Auffahren von Strecken beim Wasserkraftwerke Lotru*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 2, 1975

NACHRICHTEN

Ing. M. Ianăş şi mat. D. Zorilescu

Studiul statistic al zăcămintelor privind prognoza rezervelor în zone noi şi al reţelelor optime de exploatare cu aplicaţie la hidrocarburi

Amploarea fenomenelor geologice nu permite tratarea lor experimentală. Din această cauză, mijlocul cel mai eficace de studiere îl constituie simularea matematică. Scopul simulării este de a crea un model matematic care să se comporte cît mai apropiat de realitate şi apoi, de a explora interacţiunile dintre numeroasele variabile care intervin.

Multe procese geologice se recomandă a fi tratate probabilistic. Motivul principal este acela că procesele geologice sînt atît de complicate, încît este greu de stabilit relaţii deterministice funcţionale pentru reprezentarea lor. Un exemplu îl constituie repartiţia în spaţiu a zăcămintelor de hidrocarburi sau de minereuri. Pentru simularea lor matematică este indicat să se aplice metode statistice.

În această direcţie se înscrie şi prezenta lucrare. În articol am încercat să stabilim legile statistice de repartiţie a unor zăcăminte de hidrocarburi şi a rezervelor lor, pe baza cărora să realizăm simularea lor. Utilitatea acestei metode constă în următoarele:

— pentru o anumită regiune geologică se determină suprafaţa minimă în care poate să existe cel puţin un zăcămînt;

— se poate determina rezerva medie pe unitatea de suprafaţă. În lucrare am studiat numai legea de repartiţie a ariilor structurilor petrolifere conturate pe o hartă 1 : 200 000, dar metoda rămîne valabilă şi pentru studiul rezervelor;

— pe baza datelor obţinute din determinările precedente se poate efectua prognoza zăcămintelor în zone noi (în care condiţiile geologice rămîn aceleaşi) şi în extinderea celor cunoscute;

— determinarea unor reţele optime de foraj.

Metoda prezentată în lucrare rămîne valabilă pentru orice alte tipuri de zăcăminte, particularizarea pentru anumite structuri petrolifere făcîndu-se numai pentru mărirea accesibilităţii lucrării.

I. Determinarea legii statistice de repartiţie a zacămintelor pe unitatea de suprafaţă

Să presupunem că există două regiuni petrolifere în care zăcămintele sînt repartizate ca în figurile 1 şi 2. Pentru fiecare din regiuni vom stabili legea de repartiţie a zăcămintelor pe unitatea de suprafaţă.

În zona I (fig. 1, perimetrul încadrat cu linie plină) s-a aşezat o reţea pătratică cu latura de 6 km. S-au numărat structurile petrolifere cuprinse în fiecare pătrat şi, apoi, s-au calculat frecvenţele relative şi cumulate. Prin aceasta am determinat repartiţia empirică a zăcămintelor de hidrocarburi (tabelul 1), pe unitatea de suprafaţă.

Avînd în vedere că existenţa unui zăcămînt este un eveniment rar (adică se produce cu o probabilitate mică), precum şi forma repartiţiei empirice, am considerat că repartiţia dată în tabelul 1 trebuie să fie de tipul Poisson.

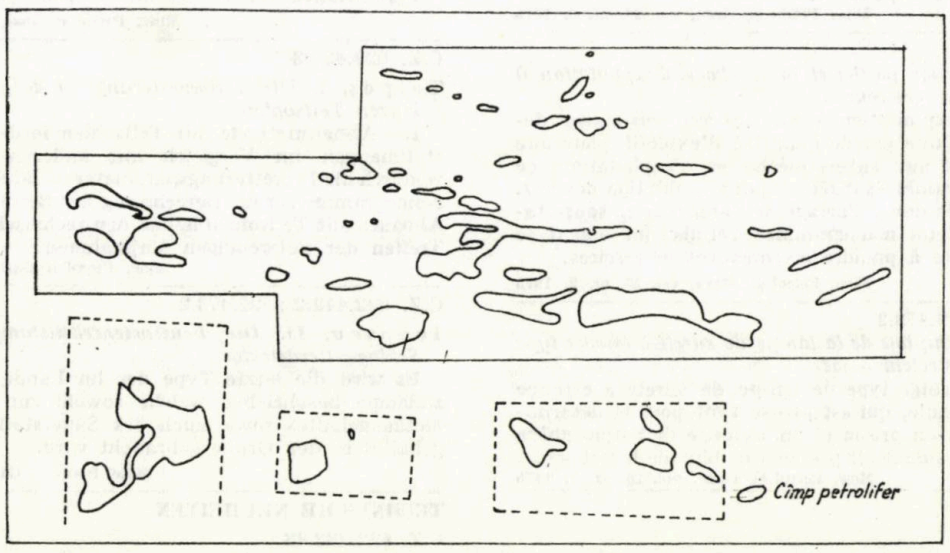


Fig. 1. Zona I.

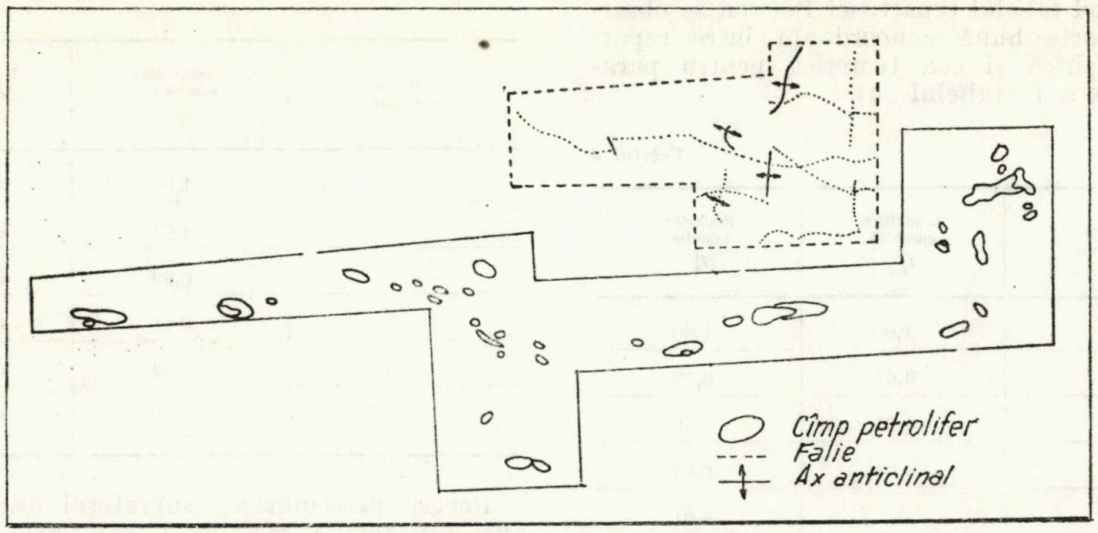


Fig. 2. Zona a II-a.

Tabelul 1

Nr. de structuri	Nr. de pătrate, n_i	Frecvenţe relative, $f_i = \frac{n_i}{N}$	Frecvenţe cumulate, f_i^*
0	66	0,48	1,00
1	49	0,35	0,52
2	15	0,14	0,17
3	4	0,03	0,03
4	0	0	0
Total	N = 134		

Repartiţia Poisson este legea evenimentelor rare şi are funcţia de frecvenţă dată de relaţia:

$$f(x) = \frac{\lambda^x}{x!} e^{-\lambda} \qquad (1)$$

Tabelul 2

Nr. de structuri	Repartiţia empirică, f_i^*	Repartiţia teoretică f_i^t	$D = f_i^t - f_i^*$
0	1,00	1,00	0
1	0,52	0,50	−0,02
2	0,17	0,16	−0,01
3	0,03	0,03	0
4	0	0,01	−0,01

în care λ este o constantă reprezentînd media aritmetică, iar x este numărul cu caracteristică dată din cele n experimente (de exemplu numărul de zăcăminte pe unitatea de suprafaţă aleasă). Funcţia de frecvenţă înseamnă, în acest caz, probabilitatea ca din n experimente să avem x succese.

Din tabelele repartiţiei Poisson am găsit o repartiţie teoretică cu parametrul $\lambda = 0,7$, care prezintă o foarte bună concordanţă cu cea empirică.

Rezultă că numărul de zăcăminte pe unitatea de suprafaţă (36 km²) este de 0,7. Printr-o regulă de trei simplă găsim că, în zona cercetată, pentru o suprafaţă de 50 km² vom avea cel puţin un zăcămînt.

Pentru verificare am refăcut calculul pentru zona I (marcată în fig. 1) cu o reţea pătratică avînd latura de 7 km. Numărînd din nou structurile pe fiecare pătrat şi calculînd frecvenţele relative şi cumulate s-au obţinut datele din tabelul 3.

Tabelul 3

Nr. de structuri	Nr. de pătrate	Frecvenţe relative, f_i	Frecvenţe cumulate, f_i^*
0	33	0,36	1,00
1	38	0,43	0,64
2	15	0,17	0,21
3	4	0,04	0,04
4	0	0	0
Total	N=90		

Folosind tabelul repartiției Poisson se observă o foarte bună concordanță între repartiția empirică și cea teoretică pentru parametrul $\lambda = 1$ (tabelul 4).

Tabelul 4

Nr. de structuri	Repartiția empirică, f_i^*	Repartiția teoretică, f_i^t
0	1,00	1,00
1	0,63	0,63
2	0,21	0,26
3	0,04	0,07
4	0	0,01

Din cele de mai sus rezultă că zăcămintele situate în zona I se repartizează după o lege Poisson și că, în medie, există un zăcământ pe o suprafață de 50 km².

Această lege rămîne valabilă peste tot unde condițiile geologice rămîn aceleași (se păstrează formațiunile geologice, faliile după direcția E — V etc.).

O metodă identică s-a aplicat pentru zăcămintele situate în zona a II-a (fig. 2). Folosind o rețea pătratică cu latura de 6 km s-a determinat repartiția empirică prezentată în tabelul 5.

Tabelul 5

Nr. de structuri	Nr. de pătrate	Frecvențe relative, f_i	Frecvențe cumulate, f_i^*
0	17	0,38	1,00
1	15	0,33	0,62
2	8	0,18	0,29
3	4	0,09	0,11
4	1	0,02	0,02
5	0	0	0
Total	$N=45$		

Utilizînd tabelele repartiției Poisson se obține o foarte bună concordanță între repartiția empirică și cea teoretică pentru parametrul $\lambda = 1$ (tabelul 6).

Deci zăcămintele situate în zona a II-a se repartizează tot după o lege Poisson și că, în medie, există un zăcământ pe o suprafață de 36 km².

Tabelul 6

Nr. de strucutri	Repartiția empirică, f_i^*	Repartiția teoretică, f_i^t
0	1,00	1,00
1	0,62	0,63
2	0,29	0,26
3	0,11	0,08
4	0,02	0,02
5	0,00	0,00

Pentru determinarea suprafeței unei structuri am folosit metoda Monte-Carlo. Suprafața S_i, a cărui arie se determină, se înscrie într-un pătrat cu latura unitate, iar cu perechi de numere aleatoare (luate dintr-un tabel) se definesc puncte în pătrat. Să presupunem că în pătratul unitate s-au înscris N puncte din care n au căzut în interiorul suprafeței S_i. Atunci, aria suprafeței S_i este dată de formula:

$$A_{Si} \cong \frac{n}{N}. \qquad (2)$$

Aria se exprimă în aceeași unitate de suprafață ca și pătratul unitate.

În acest mod s-au determinat ariile ocupate de contururile zăcămintelor situate în zona I. Am ales nouă clase (intervale de 5 km²) și s-au numărat ariile cuprinse în fiecare clasă (tab. 7). Aceste date au fost folosite la deter-

Tabelul 7

Clasa	Nr. de suprafețe, n_i	Frecvențe relative, $f_i = \frac{n_i}{N}$	Frecvențe cumulate, f_i^*	Frecvențe cumulate în procente
0—5	9	0,260	0,260	26,0
5—10	13	0,371	0,631	63,1
10—15	6	0,170	0,801	80,1
15—20	1	0,030	0,831	83,1
20—25	2	0,054	0,885	88,5
25—30	0	0	0,885	88,5
30—35	1	0,030	0,915	91,5
35—40	2	0,054	0,969	96,9
40—45	1	0,030	0,999	99,9
Total	$N=35$			

minarea repartiției empirice a suprafețelor, reprezentată prin valorile frecvențelor relative și cumulate.

Din repartiția empirică obținută, precum și din observațiile făcute în lucrări asupra diverselor fenomene geologice, am presupus

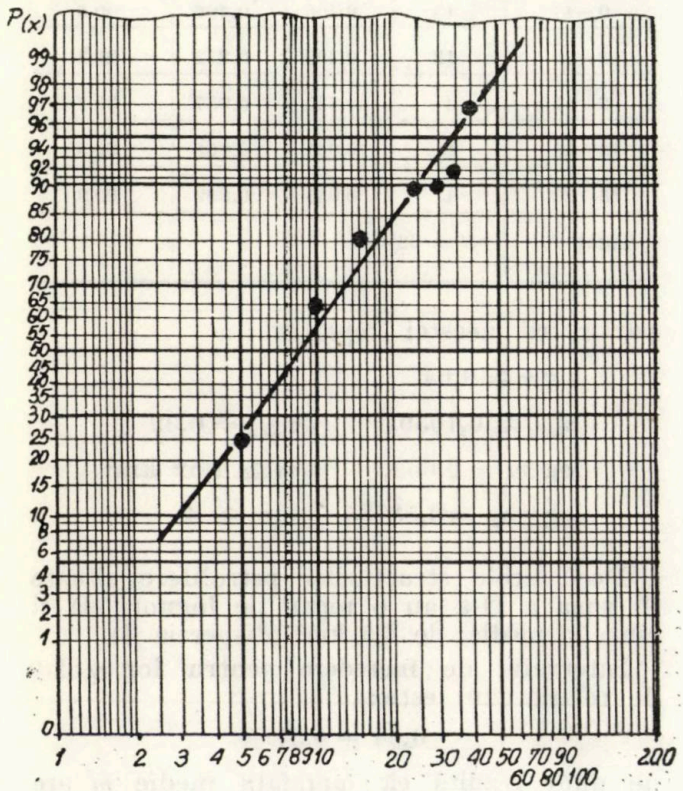


Fig. 3. Dreapta lui Henry.

că această repartiție este lognormală. Pentru verificare am folosit testul Henry (fig. 3).

Pe un grafic de probabilitate (cu abscisă logaritmică) se înscriu pe abscisă limitele intervalelor (limita inferioară sau limita superioară), iar pe ordonată frecvențele relative cumulate în procente. Dacă punctele astfel construite se așază în lungul unei linii drepte, atunci ipoteza lognormalității este acceptată. În cazul nostru, punctele se așază pe dreapta trasată în figura 3 și, deci, ariile structurilor petrolifere situate în zona I au o repartiție lognormală.

În continuare vom prezenta parametrii mai importanți ai acestei repartiții. O variabilă X se zice că urmează o lege de repartiție lognormală dacă logaritmul lui X urmează o lege normală. Densitatea de repartiție a variabilei aleatoare X care urmează o lege lognormală este:

$$f(x) = \frac{1}{x\sigma_{\ln x}\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\ln x - \ln\gamma)^2}{2\sigma^2_{\ln x}}} \qquad (3)$$

unde $\ln\gamma$ și $\sigma^2_{\ln x}$ sînt media și dispersia variabilei $\ln x$. Parametrii mai principali ai acestei repartiții sînt:

— media variabilei x:

$$m = e^{\ln\gamma + \frac{1}{2}\sigma^2_{\ln x}} = \gamma e^{\frac{1}{2}\sigma^2_{\ln x}} \qquad (4)$$

— dispersia variabilei x:

$$\sigma_x^2 = m^2 \ (e^{\sigma^2_{\ln x}} - 1). \qquad (5)$$

Utilizînd logaritmii zecimali, relațiile (4) și (5) devin:

$$m = e^{a\log\gamma + \frac{1}{2}a^2\sigma^2_{\log x}} \qquad (6)$$

$$\sigma_x^2 = e^{2a\log\gamma + a^2\sigma^2_{\log x}}(e^{a\sigma^2_{\log x}} - 1) \qquad (7)$$

unde $a = 2{,}3025$.

În aceste expresii $\log\gamma$ și $\sigma^2_{\log x}$ reprezintă media aritmetică și dispersia valorilor $\log x$ care se calculează cu ajutorul formulelor obișnuite date în cazul repartiției normale, adică:

$$\log\gamma = \frac{\sum_i n_i \log x_i}{N} \qquad (8)$$

$$\sigma^2_{\log x} = \frac{\sum_i n_i (\log x_i - \log\gamma)^2}{N-1}. \qquad (9)$$

Pe baza datelor cuprinse în tabelul 7 se obțin valorile numerice ale expresiilor de mai sus (tabelul 8).

Din tabelul 8 rezultă:

$$\log\gamma = \frac{28{,}62}{35} \cong 0{,}81800$$

$$\gamma = 6{,}6$$

$$\sigma^2_{\log x} = \frac{5{,}1002}{34} \cong 0{,}15$$

$$\sigma_{\log x} \cong 0{,}4$$

Tabelul 8

x_i	n_i	$\log x_i$	$n_i \log x_i$	$\log x_i - \log\gamma$	$(\log x_i - \log\gamma)^2$	$n_i(\log x_i - \log\gamma)^2$
2,5	9	0,40	0,36	−0,42	0,1764	1,5876
7,5	13	0,88	11,44	0,06	0,0036	0,0468
12,5	6	1,10	6,60	0,28	0,0784	0,4704
17,5	1	1,24	1,24	0,42	0,1764	0,1764
22,5	2	1,35	2,70	0,53	0,2809	0,5618
32,5	1	1,51	1,51	0,69	0,4761	0,4761
37,5	2	1,57	3,14	0,75	0,5625	1,1250
42,5	1	1,63	1,63	0,81	0,6561	0,6561
Total	N=35		28,62			5,1002

iar din relaţiile (6) şi (7) se obţine:

$$\log m = 1{,}00068$$

$$\text{media}: m = 10{,}015 \approx 10 \text{ km}^2$$

$$\log \sigma_x = 1{,}04386$$

abaterea medie pătratică: $\sigma_x = 11{,}065 \approx 11$.

În concluzie, suprafeţele structurilor petrolifere situate în zona I au o repartiţie lognormală şi sînt, în medie, de 10 km² (cu dispersia 11).

Valorile calculate mai sus sînt nişte estimaţii ale valorilor reale. Din acest motiv este necesar să se determine intervalele de încredere, care cu o probabilitate suficient de mare, să acopere valoarea reală a suprafeţei medii.

Intervalul de încredere pentru $\log \gamma$ este dat de expresia:

$$\log \gamma \pm tq \frac{\sigma_{\log x}}{\sqrt{n}} \qquad (10)$$

unde t_q este o valoare cuprinsă în tabelele de repartiţie Student pentru diverse praguri de semnificaţie q şi n este volumul selecţiei.

Pentru un prag de semnificaţie 0,05 (adică cu o probabilitate 0,95) şi $n = 8$ se găseşte din tabele următoarea valoare:

$$t_q = 2{,}306.$$

Rezultă următorul interval de încredere:

$$0{,}82 \pm 2{,}306 \frac{0{,}4}{\sqrt{8}} = 0{,}82 \pm 0{,}326.$$

Deci suprafaţa medie $m = 10$ km² are următorul interval de încredere:

— limita inferioară;

$$\log \underline{m} = 0{,}494 + 0{,}17268 = 0{,}66668$$

$$\underline{m} \cong 4{,}64 \text{ km}^2$$

limită superioară:

$$\log \overline{m} = 1{,}146 + 0{,}17268 = 1{,}31868.$$

$$\overline{m} \cong 20{,}83 \text{ km}^2.$$

Un calcul analog se poate face şi pentru zăcămintele situate în zona a II-a. Au fost determinate ariile ocupate de contururile zăcămintelor şi apoi, au fost împărţite în cinci clase (intervale de 4 km²). Cu aceste date s-a calculat repartiţia empirică prezentată în tabelul 9.

Tabelul 9

Clasa	Nr. suprafeţe, n_i	Frecvenţe relative, $f_i = \frac{n_i}{N}$	Frecvenţe cumulate, f_i^*	Frecvenţe cumulate în procente
0—4	13	0,406	0,406	40,6
4—8	13	0,406	0,812	81,2
8—12	4	0,125	0,937	93,7
12—16	1	0,031	0,968	96,8
16—20	1	0,031	0,999	99,9
Total	$N = 32$			

Folosind testul Henry rezultă că suprafeţele structurilor petrolifere situate în zona a II-a au tot o repartiţie lognormală. Folosind formulele (4), (5), (6) şi (7) se determină parametrii acestei repartiţii:

$$\log \gamma \cong 0{,}64$$

$$\sigma^2_{\log x} \cong 0{,}1039, \qquad \sigma_{\log x} = 0{,}32$$

$$\log m = 0{,}655, \qquad m \cong 4{,}52 \text{ km}^2$$

$$\log \sigma_x = 0{,}58785 \qquad \sigma_x \cong 4$$

Deci, ariile structurilor petrolifere situate în zona a II-a au o repartiţie lognormală şi sînt, în medie, de 4,5 km² (dispersia 4).

Intervalul de încredere pentru $\log \gamma$ dat de relaţia (10) este:

$$0{,}64 \pm 0{,}37$$

de unde rezultă că suprafaţa medie m are următorul interval de încredere

— limita inferioară:

$$\underline{m} = 2{,}45 \text{ km}^2$$

— limita superioară:

$$\overline{m} = 13{,}48 \text{ km}^2.$$

II. Prognoza zăcămintelor

Legile statistice de repartiţie a zăcămintelor şi a rezervelor lor rămîn neschimbate atîta timp cît condiţiile geologice de care sînt legate acestea se păstrează aceleaşi.

Aceasta ne permite ca, în zonele învecinate zăcămintelor cunoscute, precum şi în zonele noi în care condiţiile de formare şi acumulare sînt aceleaşi, să extrapolăm valabilitatea legilor statistice determinate şi să facem prognoze asupra repartiţiei zăcămintelor şi a rezervelor lor.

Pentru exemplificare vom studia modul cum funcţionează legile statistice stabilite în capitolele precedente pentru zona I, în perimetrele A şi B, încadrate cu linie punctată pe harta din figura 1. Am ales special aceste perimetre, deoarece în cadrul lor se cunosc zăcăminte de hidrocarburi şi, deci, rezulta-

tele ce decurg din legile statistice stabilite pentru zona I pot fi verificate.

Suprafaţa totală a perimetrelor A şi B este de 1 370 km². Avînd în vedere că în zona I structurile petrolifere se repartizează după o lege de tip Poisson, din care rezultă că pe o suprafaţă de 50 km² există cel puţin un zăcămînt, urmează că pe suprafaţa de 1 370 km² vor putea exista $1\,370 : 50 = 27$ structuri.

Suprafeţele zăcămintelor din zona I au o repartiţie lognormală şi sînt, în medie, de 10 km² cu un interval de încredere (4,64 km² — —20,83 km²). Rezultă că cele 27 structuri aşteptate vor avea în total:

— suprafaţa minimă $27 \times 4{,}64 = 125$ km²;
— suprafaţa medie $27 \times 10 = 270$ km²;
— suprafaţa maximă $27 \times 21 = 567$ km².

Pentru verificare am calculat suprafeţele structurilor deja cunoscute în perimetrele A şi B (aşa cum sînt ele figurate pe harta 1 :200 000, fig. 1) şi după însumarea lor am găsit valoarea de 241 km². Această valoare este foarte apropiată de suprafaţa medie (270 km²) determinată din legile statistice stabilite pentru zona I (eroarea este de 12,5 %).

În locul suprafeţelor zăcămintelor se puteau lua în consideraţie rezervele lor. În acest caz se putea da o prognoză a rezervelor din perimetrele A şi B, precum şi din alte zone.

Un calcul analog se poate face şi pentru perimetrele situate în vecinătatea zonei a II-a. Perimetrul marcat cu linie întreruptă din figura 2, în care vom face prognoza zăcămintelor, are o suprafaţă de 670 km². Din legea de repartiţie a zăcămintelor din zona a II-a rezultă că, în medie, există un zăcămînt pe o suprafaţă de 36 km². În consecinţă, în perimetrul studiat din vecinătatea zonei a II-a vor putea exista $670 : 36 \cong 19$ structuri.

Ariile structurilor din zona a II-a au o repartiţie lognormală şi sînt în medie de 4,5 km², cu un interval de încredere (2,45 km² — 13,48 km²). Rezultă că pentru cele 19 structuri este de aşteptat o suprafaţă totală de $19 \times 4{,}5 \cong 86$ km², cu un interval de încredere 47 km² (suprafaţa minimă) — 256 km² (suprafaţa maximă).

În încheierea acestui capitol menţionăm că pe o cale analogă se pot studia şi investiţiile care s-au făcut pentru conturarea zăcămintelor şi care pot fi corelate cu rezervele puse în evidenţă. Aceste elemente pot fi folosite pentru prognoza rezervelor şi a investiţiilor necesare în zone noi în care condiţiile geologice de formare şi acumulare rămîn aceleaşi.

III. Calculul probabilităţilor de interceptare a suprafeţelor productive cu reţele de explorare prin foraje

În lucrările [1, 2] s-a elaborat o metodă nouă de analiză a reţelelor optime de cercetare-explorare, folosind o dezvoltare a problemei „acului lui Buffon". Metoda a fost aplicată, atît pentru reţele de prospectare geofizică, cît şi pentru reţele de explorare cu lucrări miniere subterane.

În cele ce urmează se expune mai întîi, pe scurt, problema acului lui Buffon şi se calculează apoi probabilităţile de interceptare a acumulărilor de petrol cu diferite reţele de explorare.

1. *Problema acului lui Buffon şi consideraţii asupra aplicaţiilor în studiul reţelelor de prospectare*

Pe un plan pe care sînt trasate drepte paralele cu echidistanţă a, se aruncă întîmplător un ac (infinit de subţire), de lungimea $l < a$).

Se cere probabilitatea ca după aruncare, acul să taie una din paralele.

Problema a fost studiată de Buffon în anul 1777 în „Essai d'arithmetique morale" şi a constituit primul exemplu în care geometria intervine în calculul unei probabilităţi.

S-a demonstrat că soluţia acestei probleme este $P = \dfrac{2.l}{\pi.a}$, soluţie dată în 1860 de către E. Barbier.

Pentru demonstraţie, se consideră o poziţie oarecare a acului pe plan (fig. 4).

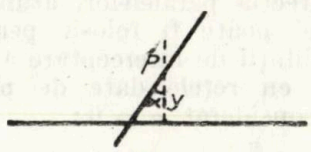


Fig. 4.

Notăm, P mijlocul acului, α unghiul ascuţit pe care îl face acul cu direcţia perpendiculară pe paralele şi y distanţa de la P la cea mai apropiată paralelă. Pentru fiecare poziţie a acului, rezultată din aruncare, corespund valori bine determinate pentru α şi y.

Dacă $y < \dfrac{l}{2} \cos. \alpha$ acul taie paralela, iar dacă $y \geqslant \dfrac{l}{2} \cos. \alpha$ acul nu taie paralela.

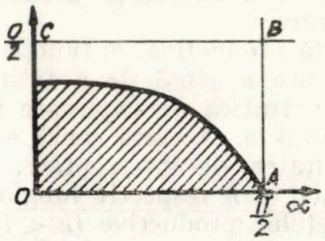


Fig. 5.

Dacă se construieşte grafic funcţia:

$$y = \frac{l}{2} \cos \alpha, \qquad (11)$$

se obține un domeniu mărginit de această funcție și de axele y și α (fig. 5).

În teoria probabilităților geometrice se arată că probabilitatea cerută este egală cu raportul dintre aria domeniului haşurat și aria dreptunghiului OABC, adică:

$$P = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{l}{2} \cos \alpha \, d\alpha}{\frac{a}{2} \cdot \frac{\pi}{2}} = \frac{2l}{\pi a}. \qquad (12)$$

Ulterior problema lui Buffon a fost generalizată sub diferite forme de către Lamé, Nuniacovschi, Marcov, Blaschke etc.

Considerații asupra acestor generalizări sînt date în cartea lui Gabriel Sudan „Cîteva probleme matematice interesante".

Problema acului lui Buffon poate fi folosită pentru determinarea probabilităților de interceptare a unor zone mineralizate, cu rețele de prospectare.

Deoarece, în general, se cunoaște direcția zonelor (lentile, filoane etc.) mineralizate, rețeaua de lucrări se orientează perpendicular pe direcția de mineralizare.

Dacă în problema acului lui Buffon se pune condiția ca aruncările să se facă astfel încît direcția acului să fie întotdeauna perpendiculară pe direcția paralelelor, atunci rezultatul problemei poate fi folosit pentru stabilirea probabilității de interceptare a unor zone mineralizate, cu rețele date de prospectare.

În cazul considerat $\alpha = 0$:

$$P = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{l}{2} \, d\alpha}{\frac{a}{2} \cdot \frac{\pi}{2}} = \frac{\frac{l}{2} \cdot \frac{\pi}{2}}{\frac{a}{2} \cdot \frac{\pi}{2}} = \frac{l}{a}. \qquad (13)$$

În lucrarea [1] este prezentată o abacă pentru aprecierea acestor probabilități de interceptare.

2. *Aplicație numerică*

Un zăcămînt de hidrocarburi se reprezintă pe un plan ca o suprafață productivă de o formă oarecare.

O suprafață productivă, în funcție de dimensiunile sale are o șansă de a fi interceptată cu o rețea pătratică de explorare prin foraje de echidistanță a. Această șansă este definită de probabilitatea de interceptare.

Notăm cu l și h respectiv lungimea și lățimea suprafețelor productive ($h < l$).

În lucrarea [2] s-au determinat, după o demonstrație detaliată, formule pentru calculul probabilităților de interceptare a suprafețelor $l \times h$ cu rețele de echidistanță $a \times a$.

Nu vom relua aici aceste demonstrații. Se deosebesc trei cazuri:

1. Suprafețe cu $l \geqslant a$ și $h \geqslant a$.

Probabilitatea de interceptare a unei astfel de suprafețe cu o rețea $a \times a$, este unu ($P = 1$).

2. Suprafața cu $l \geqslant a$ și $h < a$.

S-a demonstrat că probabilitatea de interceptare a suprafeței productive este influențată doar de echidistanța rețelei a și lățimea h a suprafeței.

În acest caz:

$$P = \frac{h}{a}. \qquad (14)$$

3. Suprafețe cu $l < a$ și $h < a$.

Probabilitatea de interceptare depinde de aria suprafeței productive și aria unui ochi al rețelei de explorare, adică:

$$P = \frac{h.l}{a^2}. \qquad (15)$$

Determinarea probabilităților de interceptare a unor suprafețe productive cu rețele de diferite echidistanțe se poate face independent de o situație reală. Aplicînd formulele arătate se pot construi tabele de probabilități. Apreciind apoi dimensiunile suprafețelor productive posibile, se pot citi de pe aceste tabele echidistanțele rețelelor care vor conduce la probabilități de interceptare acceptabile.

Totuși, pentru a nu efectua calcule inutile pentru întocmirea tabelelor de probabilități, este necesar să se aprecieze în prealabil dimensiunile posibile ale acestor suprafețe.

În noile perimetre (zone) ce urmează a fi cercetate, aprecierea dimensiunilor suprafețelor productive se poate face cu un grad acceptabil de certitudine, extrapolînd rezultatele analizei din zonele similare cunoscute.

Să considerăm, pentru exemplificare, o zonă cercetată (zona 1) în care au fost puse în evidență, prin explorări cu foraje, o serie de suprafețe productive. În tabelul 10 se dă statistica suprafețelor după cele două dimensiuni l și h, în procente din numărul total. Valorile din rubricile tabelei arată ponderile $A_{l \times h}$, ale suprafețelor productive de dimensiuni $l \times h$.

Rubricile libere indică ponderi nule pentru suprafețele corespunzătoare.

Spre exemplu o suprafață de dimensiuni 8×4 are o pondere de 2,94% din totalul de suprafețe productive posibil să existe.

Pentru determinarea echidistanței raționale de explorare a noilor zone va trebui mai întîi să determinăm posibilitățile de interceptare a suprafețelor de dimensiuni $l \times h$ cu rețele $a \times a$.

Formulele de calcul vor fi cele indicate pentru cazurile 1, 2, 3.

Tabelul 10

Şansele de descoperire a unor suprafeţe productive de arii $A_{l\times h}$, (%)

Nr. crt.	l \ h	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	3	2,94	—	—	—	—	—	—	—	2,94
2	4	2,94	—	—	—	—	—	—	—	2,94
3	5	17,65	2,94	—	—	—	—	—	—	20,59
4	6	8,82	—	—	—	—	—	—	—	8,82
5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	8	11,76	2,94	—	—	—	—	—	—	14,70
7	9	—	2,94	—	—	—	—	—	—	2,94
8	10	5,88	—	—	—	2,94	—	—	—	8,82
9	12	—	—	2,94	—	2,94	—	—	—	5,88
10	15	—	2,94	—	—	—	—	—	—	2,94
11	17	—	—	2,94	—	—	—	—	—	2,94
12	18	—	2,94	—	—	—	—	—	—	2,94
13	19	—	—	2,94	—	—	—	—	—	2,94
14	20	—	—	2,94	—	—	—	—	2,94	5,88
15	25	—	—	—	2,94	—	2,94	—	—	5,88
16	30	—	—	—	2,94	—	2,94	—	—	5,88
17	42	—	—	—	—	—	2,94	—	—	2,94
		49,99	14,70	11,76	5,88	5,88	8,82	—	2,94	99,97

În tabelele 11—17 se calculează probabilităţile $P_{l\times h} = \frac{lh}{a^2}$, de interceptare a suprafeţelor de dimensiuni $l < a$; $h < a$ cu reţele de echidistanţe:

$$a = 5,\ 6,\ 7,\ 8,\ 9,\ 10,\ 15.$$

Tabelul 11

($a = 5 : l < a; h < a; l < h$)

l \ h	3	4
3	0,36	—
4	0,48	0,64

În tabelul 18 se calculează, de asemenea, probabilităţile de interceptare pentru cazul în care $l \geqslant a$ şi $h < a$, caz în care:

$$P_{l\times h} = \frac{h}{a}. \qquad (16)$$

Tabelul 12

($a = 6; l < a; h < a; l < h$)

l \ h	3	4	5
3	0,25	—	—
4	0,33	0,44	—
5	0,43	0,55	0,70

Tabelul 13

($a = 7; l < a; h < a; l < h$)

l \ h	3	4	5	6
3	0,18	—	—	—
4	0,26	0,33	—	—
5	0,30	0,41	0,51	—
6	0,36	0,50	0,61	0,73

Tabelul 14

($a = 8$; $l < a$; $h < a$; $l > h$)

l \ h	3	4	5	6	7
3	0,18	—	—	—	—
4	0,20	0,25	—	—	—
5	0,23	0,31	0,40	—	—
6	0,28	0,37	0,47	0,56	—
7	0,33	0,44	0,55	0,66	0,76

Tabelul 15

($a = 9$; $l < a$; $h < a$; $l > h$)

l \ h	3	4	5	6	7	8
3	0,11	—	—	—	—	—
4	0,15	0,20	—	—	—	—
5	0,18	0,24	0,31	—	—	—
6	0,22	0,30	0,37	0,44	—	—
7	0,26	0,34	0,43	0,52	0,60	—
8	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80

Tabelul 16

($a = 10$; $l < a$; $h < a$; $l > h$)

l \ h	3	4	5	6	7	8	9
3	0,09	—	—	—	—	—	—
4	0,12	0,16	—	—	—	—	—
5	0,15	0,20	0,25	—	—	—	—
6	0,18	0,24	0,30	0,36	—	—	—
7	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	—	—
8	0,24	0,32	0,40	0,48	0,56	0,64	—
9	0,27	0,36	0,45	0,54	0,63	0,72	0,81

S-au ales pentru analiză doar echidistanţele indicate, deoarece majoritatea suprafeţelor au dimensiuni cuprinse între 5 şi 15. Reţele cu echidistanţe mai mari de 15×15 dau posibilităţi prea mici de interceptare, în timp ce reţele cu echidistanţe mai mici conduc la cheltuieli din ce în ce mai mari.

În figura 6 este prezentată o abacă de variaţie a probabilităţilor de interceptare P_{l+h} cu dimensiunile l şi h, pentru o reţea cu $a = 10$.

Tabelul 17

($a = 15$; $l < a$; $h < a$; $l > h$)

h \	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,04	—	—	—	—	—	—	—
4	0,05	0,07	—	—	—	—	—	—
5	0,07	0,09	0,11	—	—	—	—	—
6	0,08	0,11	0,13	0,13	—	—	—	—
7	0,09	0,12	0,16	0,19	0,22	—	—	—
8	0,11	0,14	0,18	0,21	0,25	0,28	—	—
9	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	—
10	0, 13	0,18	0,22	0,27	0,31	0,36	0,40	0,44

Tabelul 18

($l \geqslant a$; $h < a$)

a \ h	3	4	5	6	7	8	9	10
5	0,60	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
6	0,50	0,66	0,83	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
7	0,43	0,57	0,71	0,86	1,0	1,0	1,0	1,0
8	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,0	1,0	1,0
9	0,33	0,44	0,55	0,66	0,77	0,88	1,0	1,0
10	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,0
15	0,20	0,27	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60	0,67

Pentru toate celelalte reţele se obţin, în baza tabelelor 11—18, abace asemănătoare.

Citirea abacei se face după exemplul următor.

Fie o suprafaţă de dimendiuni $l \times h = 7 \times 6$.

Din punctul $h = 6$ se ridică o paralelă la axa ordonatelor pînă în punctul în care intersectează dreapta corespunzătoare lui $l = 7$. Ordonata acestui punct va indica probabilitatea de interceptare a acestei suprafeţe cu o reţea de 10×10, adică $P_{7\times6} = 0{,}42$.

Cunoscînd probabilităţile de interceptare $P_{l\times h}$ ale suprafeţelor de dimensiuni $l \times h$ cu reţele $a \times a$ se pot calcula probabilităţile de neinterceptare:

$$Q_{l\times h} = 1 - P_{l\times h}.$$

Cum o suprafaţă de arie $l \times h$ are o frecvenţă $A_{l\times h}$ în totalul suprafeţelor posibile şi o probabilitate de neinterceptare cu o reţea $a \times a$ egală cu $Q_{l\times h}$, va rezulta o pierdere de suprafeţe productive:

$$Z_{l\times h} = l \times h \times A_{l\times h}(1 - P_{l\times h}). \qquad (17)$$

Pierderea totală de suprafaţă productivă pentru orice l şi h, datorată reţelei de echidistanţă $a \times a$, va fi dată de expresia:

$$Z_a = \sum_l \sum_h Z_{l \times h}. \qquad (18)$$

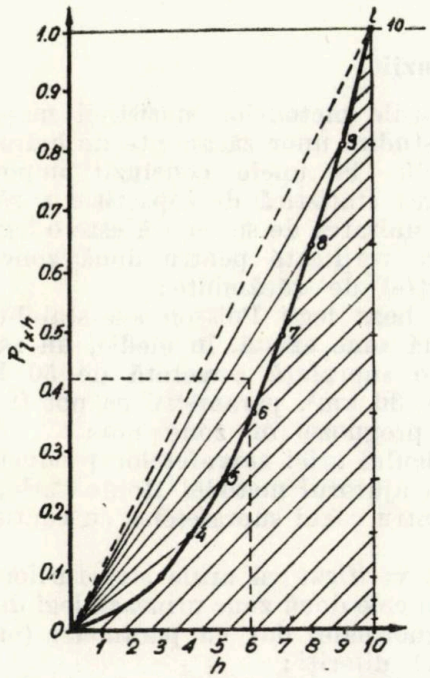


Fig. 6. Probabilităţi de interceptare.

Notînd:

$$Z^x_{total} = \sum_l \sum_h l \times h \times A_{l \times h} \qquad (19)$$

suprafaţa totală productivă se poate calcula pierderea în procente din această suprafaţă totală:

$$r(a) = \frac{Z(a)}{Z^x_{total}} \cdot 100. \qquad (20)$$

Calculînd pe $r(a)$ pentru diferite valori ale echidistanţei a se va alege ca raţională acea valoare a_0 care va produce o pierdere acceptabilă r_0. Prin urmare se va alege valoarea a_0 pentru care $r(a_0) \leqslant r_0$.

Folosind datele din tabelele 10—18 vom calcula, în tabelul 19, pierderea în procente din suprafaţa totală productivă pentru diferite echidistanţe a.

În figura 7 se trasează graficul variaţiei acestor pierderi $r(a)$.

Se observă că $r(a)$ se reprezintă sub forma unei linii drepte de ecuaţie:

$$r(a) = -24 + 6{,}2a. \qquad (21)$$

Pentru o echidistanţă $a = 4$ pierderea este practic nulă şi prin urmare în noile zone similare din punct de vedere geologic vor putea fi interpretate toate suprafeţele productive.

Tabelul 19

Pierderea în procente din suprafaţa totală productivă pentru diferite echidistanţe a

Echidistanţa a	Suprafeţe productive pierdute, $Z(a)$	Suprafaţa totală productivă, Z^x_{total}	Pierderea în procente $r(a)$
5	489,28		7,108
6	902,08		13,107
7	1309,42	6882,69	19,025
8	1724,11		25,050
9	2202,80		32,005
10	2639,93		38,360
15	4750,43		69,020

O astfel de reţea este însă mai costisitoare. O reţea cu echidistanţa $a = 20$ va duce la o pierdere de 100% a suprafeţelor productive.

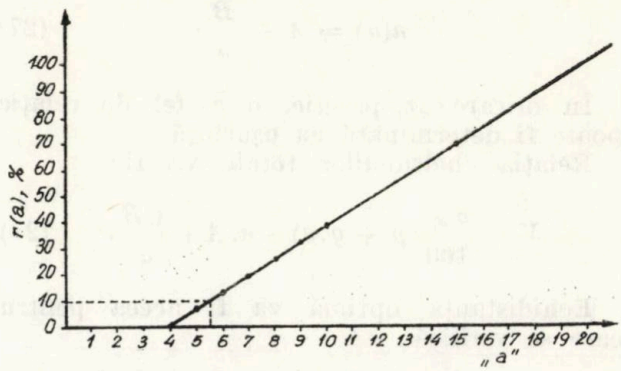


Fig. 7. Variaţia pierderilor procentuale din suprafaţa totală productivă cu echidistanţa reţelei de explorare.

Dacă se acceptă ca numai 10% din totalul suprafeţei productive să nu fie interceptată atunci este necesar să se exploreze într-o reţea cu echidistanţa $a = 5{,}5$.

Se poate aplica, pentru determinarea echidistanţei optime, şi un criteriu economic.

Fie s aria suprafeţei totale productive dintr-un perimetru cercetat.

Dacă perimetrul ar fi fost explorat cu o reţea $a \times a$, atunci nu s-ar fi interceptat o suprafaţă productivă de arie:

$$\frac{s.r(a)}{100}. \qquad (22)$$

Presupunînd că valoarea unităţii de suprafaţă productivă ce nu este interceptată, ar fi v (valoarea producţiei acestei suprafeţe unitare), atunci valoarea totală neinterceptată datorită reţelei $a \times a$ ar fi:

$$V_1 = \frac{v.s.r(a)}{100}. \qquad (23)$$

Notînd cu $n(a)$ numărul de foraje ce trebuie executate într-un perimetru cu o rețea $a \times a$, și cu c costul unui foraj, cheltuielile totale de explorare vor fi:

$$V_2 = c.n(a). \tag{24}$$

Vor rezulta cheltuieli totale datorate neinterceptării de suprafețe productive și costurilor rețelelor de explorare:

$$V = \frac{v.s.r(a)}{100} + c.n(a). \tag{25}$$

După cum s-a dovedit, expresia lui $r(a)$ este liniară:

$$r(a) = P + qa. \tag{26}$$

Pentru un perimetru dat, numărul de foraje corespunzător unei rețele de explorare de echidistanță a va scădea cu creșterea lui a după o relație dovedită pe exemple practice de forma

$$n(a) = A + \frac{B}{a}. \tag{27}$$

În oricare caz, practic, o astfel de relație poate fi determinată cu ușurință.

Relația cheltuielilor totale va fi:

$$V = \frac{v.s}{100}(p + q.a) + c.A + \frac{CB}{a}. \tag{28}$$

Echidistanța optimă va fi aceea pentru care se verifică;

$$\frac{dV}{da} = 0$$

adică:

$$\frac{v.s}{100} q - \frac{C.B}{a^2} = 0$$

de unde:

$$a = \pm \sqrt{\frac{100\ C.B}{v.s.q}}. \tag{29}$$

Valoarea negativă nu are sens.

Derivata de ordinul doi:

$$\frac{d^2V}{da^2} = \frac{2.C.B.}{a^3} \tag{30}$$

este pozitivă pentru această soluție, deoarece coeficientul B din relația lui $n(a)$ trebuie să fie pozitiv pentru ca $n(a)$ să descrească cu creșterea lui a. Prin urmare, soluția indicată va realiza un minimum pentru cheltuielile totale V.

Concluzii

Aplicațiile metodelor statisticii matematice pentru studiul unor zăcăminte de hidrocarburi au condus la unele concluzii importante:

- legea statistică de repartiție a zăcămintelor pe unitatea de suprafață este o lege Poisson, lege verificată pentru două zone conținînd astfel de zăcăminte;
- pe baza legii Poisson s-a stabilit că în cele două zone există, în medie, un zăcămînt pentru o suprafață cercetată de 50 km², și respectiv 36 km², parametrii ce pot fi folosiți pentru prognoze în zone noi;
- calculul ariei suprafețelor productive s-a făcut cu ajutorul metodei Monte-Carlo, foarte utilă pentru cazul suprafețelor cu contur neregulat;
- s-a verificat că ariile structurilor petrolifere din cele două zone urmează legi de repartiție lognormale, dar cu parametri (medie și dispersie) diferiți;
- rezultatele obținute în zone cunoscute prin cercetări au fost extinse în zone noi, dar similare din punct de vedere geologic, obținîndu-se astfel prognoze ale suprafețelor productive în aceste zone;
- în capitolul III s-a rezolvat o problemă importantă pentru stabilirea rețelelor optime de explorare. Cu ajutorul „problemei acului lui Buffon" s-au determinat probabilitățile de interceptare a suprafețelor productive cu rețele de explorare prin foraje.

În final se dezvoltă un model de determinare a echidistanței optime utilizînd un criteriu economic.

BIBLIOGRAFIE

[1] Zorilescu, D. *Determinarea probabilităților de interceptare a zonelor mineralizate cu rețele de prospectare geofizică.* St. Cerc. Geol. Geogr. Geofiz. seria Geofiz., nr. 1, 1971.

[2] Zorilescu, D. *Analiza matematică a rețelelor de explorare în scopul optimizării lor.* Revista Minelor, nr. 2, 1972.

[3] Matheron, G. *Traité de Géostatistique appliquée.* Paris, vol. I și II, 1962.

V. Th. Cerchez, F. Vasilescu,
V. Mușat și C. Voiculescu

Stadiul actual al cercetărilor pentru valorificarea șisturilor bituminoase din Carpații Orientali

Continua creștere a consumului de combustibili lichizi se accentuează în fiecare an. Astfel, în 1972 producția mondială de petrol a depășit 2,5 miliarde tone. Deși, deocamdată, nu se întrevede în viitorul apropiat o scădere a producției de hidrocarburi, totuși perspectiva lipsei de petrol a început să se profileze în lume și aceasta din următoarele considerente :

— în unele țări necesitățile de consum în viitor întrec cu mult posibilitățile de descoperire de noi rezerve de hidrocarburi ;

— în S.U.A. se prevede pentru viitor un deficit al producției de gaze și de țiței [1] ;

— creșterea prețului de cost al tonei de țiței extras la forajele de mare adîncime și la cele de pe mare ;

— dificultăți de aprovizionare a țărilor mari consumatoare de petrol din țările mari exportatoare.

Din toate cele menționate mai sus se înțelege de ce în multe țări, mari consumatoare de produse petroliere, a apărut preocuparea descoperirii de noi materii prime care ar putea acoperi în viitor nevoile mereu crescînde de combustibili lichizi.

Materiile prime care figurează pe primul plan în acest scop sînt : cărbunii, nisipurile impregnate cu țițeiuri degradate și șisturile bituminoase.

Deși tehnologia de obținere a distilatului din șisturile bituminoase este complicată și necesită manipularea unor cantități enorme de rocă, totuși importanța depozitelor de șisturi bituminoase s-a manifestat în mod stăruitor. Șisturile bituminoase răspîndite pe aproape întreaga suprafață a Pămîntului conțin, în mod potențial, o cantitate de distilat evaluată la sute de miliarde de tone. Însemnătatea acestei noi ramuri a industriei de combustibili lichizi este subliniată de faptul că țările cu producțiile de petrol cele mai mari din lume (S.U.A. și U.R.S.S.) sînt tocmai cele mai interesate în obținerea hidrocarburilor din șisturile bituminoase.

Stadiul cercetărilor efectuate pe plan mondial

U.R.S.S.

Odată cu dezvoltarea producției de petrol și gaze, în această țară s-a acordat o deosebită atenție valorificării depozitelor de cărbuni și de șisturi bituminoase care se întîlnesc în cantități foarte mari.

În bazinul baltic, există o industrie de șisturi bituminoase care s-a dezvoltat după anul 1918. La aceasta a contribuit faptul că, atît industria din nord-vestul U.R.S.S., cît și cea din Leningrad erau tributare combustibililor aduși din alte regiuni, în timp ce depozite considerabile de șisturi bituminoase de calitate superioară rămîneau nevalorificate.

În prezent, în U.R.S.S. sînt exploatate industrial depozitele de șisturi bituminoase din Estonia și din regiunea Leningrad.

Dezvoltarea deosebită a industriei baltice de șisturi bituminoase a fost favorizată de următorii factori :

— lipsa în această zonă a unor zăcăminte de hidrocarburi și cărbuni ;

— prezența în zona baltică a unor zăcăminte importante de kukersită, situate la adîncimi mici, ușor de exploatat și care furnizează peste 20 % distilat.

R.P. Chineză

În R.P. Chineză se cunosc zăcămintele de șisturi bituminoase de la Fu-Shun care se exploatează din anul 1929 și cele de la Mao-Min puse în exploatare în 1962. În prezent se execută lucrări de prospecțiune în Manciuria.

Cariera situată în apropierea orașului Fu-Shun are ca scop atît exploatarea cărbunelui cît și a șisturilor bituminoase. Acoperișul stratului de cărbuni este alcătuit din șisturi bituminoase, ceea ce creează condiții speciale de exploatare.

Instalațiile de la Fu-Shun și Mao-Min prelucrează șisturi care dau randamente de distilat de 3—5 %, respectiv 4—7 %.

S.U.A.

În ultimele trei decenii au fost efectuate variate încercări de valorificare a șisturilor bituminoase din regiunea Green River, în vederea obținerii de combustibili lichizi.

Zăcămîntul de șisturi bituminoase de la Green River, din regiunea centrală a Munților Stîncoși, este considerat ca cea mai mare acumulare potențială de hidrocarburi din lume, rezervele fiind de circa 8 miliarde tone de ulei de șist.

Aproape toate încercările s-au bazat pe extracția din subteran a șisturilor bituminoase și retortarea lor la suprafață. În perioada dintre 1949—1956, s-au făcut cercetări la scară pilot, folosindu-se diverse tipuri de retorte.

În prezent în S.U.A. se desfășoară proiectul PARAHO la care participă 9 dintre cele mai mari companii petroliere din această țară. Proiectul constă din instalarea la Anvilpoints (Colorado) a unei unități pilot de 700 barili pe zi care va extrage, prin retortare, petrol

sintetic din şisturile bituminoase. Vor fi luate în considerare stratele cu o grosime minimă de 9 m, posibil de exploatat în carieră, avînd un conţinut de minimum 11 % distilat.

Proiectul prevede ca pînă în anul 1985 să se exploateze zăcămintele de şisturi bituminoase din statul Colorado, cu 15 % conţinut de distilat, a căror rezervă se ridică la circa 850 milioane tone ulei de şist. Se apreciază că pentru o producţie de 5 milioane tone ulei de şist pe an, sînt necesare investiţii de circa 500 milioane dolari (în cazul şisturilor cu un conţinut de 15 % ulei de şist). Se menţionează că, costurile investiţiei sînt în raport cu preţurile din anul 1970.

Ţinînd seama de costurile ridicate ale extracţiei uleiului de şist prin retortare la suprafaţă (exploatarea, sfărîmarea, retortarea şi evacuarea cenuşii) s-a încercat şi exploatarea zăcămintelor de şisturi bituminoase in situ. Au fost întîlnite greutăţi foarte mari cu privire la fracturarea stratelor de şisturi necesară întreţinerii arderii la o viteză suficient de mare pentru o distilare efectivă. În prezent se încearcă injectarea de gaze fierbinţi în locul combustiei directe.

Brazilia

În condiţiile specifice ale Braziliei, care posedă rezerve însemnate de şisturi bituminoase, valorificarea lor este de importanţă majoră pentru economia ţării, unde mai mult de jumătate din consumul de petrol este asigurat din import.

Au fost conturate mai multe zone de şisturi bituminoase, printre care cea mai bine cunoscută, situată în partea sudică a Braziliei, este aceea în care se dezvoltă stratele de Irati.

Şisturile bituminoase de Irati produc în medie circa 7 % distilat. Randamentul ridicat de distilat şi condiţiile economice favorabile au concentrat mai mult interesul asupra lor, acordîndu-li-se prioritate faţă de şisturile bituminoase din valea Paraiba.

Încercările experimentale au început în 1957 şi în prezent se apropie de stadiul de funcţionare retorta Petrosix cu o capacitate de producţie de 2500 tone/zi.

Se are, de asemenea, în vedere construirea unei instalaţii industriale care va distila şisturi bituminoase exploatate în carieră. Dimensionarea optimă a instalaţiei a fost stabilită la aproximativ 100 000 tone şisturi pe zi, aceasta urmînd să producă zilnic circa 60 000 barili de distilat, 900 tone sulf, precum şi o cantitate de gaze. Investiţia de capital necesară ar fi de circa 240 milioane dolari S.U.A.

R.S. România

Pe teritoriul ţării noastre rocile pelitice bituminoase sînt răspîndite aproape în toate unităţile structurale majore, întîlnindu-se în scara stratigrafică la anumite nivele începînd din Silurian pînă în Neogen. Astfel, în Carpaţii Meridionali, şisturile bituminoase se întîlnesc în Liasicul de la Anina. În Depresiunea precarpatică şisturi bituminoase se găsesc în Cretacic (şisturi negre, strate de Caşin), Oligocen (şisturi disodilice, marne bituminoase şi menilite), Miocen (strate de Cornu, şisturi cu radiolari).

În R.S. România s-au făcut cercetări asupra şisturilor bituminoase de către Întreprinderea de prospecţiuni şi explorări „Banatul" Caransebeş, Institutul de Cercetări miniere Bucureşti, Întreprinderea geologică de prospecţiuni Bucureşti şi de I.C.P.T.G. Cîmpina, Grupul de secţii de cercetare Bucureşti [2].

I.P.E.G. Banatul a cercetat, începînd din perioada 1962—1963, şisturile bituminoase de la Anina, în vederea folosirii lor drept combustibil în termocentrale.

Cu începere din anul 1964, ICEMIN — Bucureşti a început studiul şisturilor, în scopul folosirii lor raţionale drept combustibil în termocentrale şi a valorificării componenţilor minerali din cenuşă, în special al aluminei. Prin stabilirea unui procedeu de prelucrare a acestei cenuşi s-ar putea obţine o nouă materie primă pentru industria aluminiului.

În cercetările desfăşurate între anii 1967 şi 1971, Comitetul de stat al Geologiei, prin Întreprinderea geologică de prospecţiuni, a studiat unele şisturi bituminoase din Carpaţii Orientali, Carpaţii Meridionali şi Bazinul Transilvaniei. În afară de stabilirea cantităţii de distilat din probă, au mai fost determinate bitumul A şi C, cantitatea de hidrocarburi din rocă şi analiza elementară a bitumului A şi C. În total au fost colectate un număr de circa 4 900 probe de şisturi bituminoase din care au fost distilate circa 3 400. Dintre probele analizate un număr de 17 au prezentat un randament de distilat mai mare de 5 %.

La I.C.P.T.G. — Grupul de secţii de cercetare Bucureşti, preocuparea pentru inventarierea depozitelor de şisturi bituminoase capabile să constituie o nouă sursă de hidrocarburi a început în anul 1966, cînd au fost colectate probe din şisturile negre de vîrstă barremiană din valea Moldovei şi din şisturile disodilice oligocene de pe văile Tazlăul Sărat, Nichitu şi Slănic. Din anul 1968 inventarierea şisturilor bituminoase a căpătat un caracter sistematic. În cadrul acestor lucrări au fost colectate şi analizate probe din următoarele zone :

A. Carpaţii Meridionali

Liasic — şisturi bituminoase (Anina)

B. Carpaţii Orientali

Cretacic
- — şisturi negre;
- — strate de Caşin.

Oligocen :
- — şisturi disodilice;

— marno-calcare bituminoase şi menilite;
— strate de Krosno-Pucioasa.

Miocen :
— strate de Cornu.
— şisturi cu radiolari.

C. Bazinul Transilvaniei

Oligocen, stratele de Ileanda Mare.

În anul 1968 s-a efectuat mai întîi o colectare de probe cu caracter informativ general, între valea Moldovei şi valea Dîmboviţei, precum şi o colectare cu caracter similar din Liasicul de la Anina. Avînd în vedere că analiza probelor din Cretacic şi Miocen, şi chiar o parte a celor din Oligocen-marno-calcare bituminoase şi menilite, a indicat randamente neglijabile de ulei distilat, prospectarea ulterioară a fost dirijată asupra flişului paleogen din Carpaţii Orientali, respectiv Oligocenul, unde analizele preliminare indicaseră rezultate interesante.

Analizele efectuate au indicat că şisturile bituminoase liasice de la Anina sînt cele mai bogate în distilat, înregistrînd uneori valori medii de 6 % şi valori maxime pînă la 10 %. În Carpaţii Orientali şisturile cu radiolari tortoniene cît şi şisturile negre cretacice au furnizat un procent neglijabil de distilat. În această unitate geologică rezultatele cele mai bune au fost obţinute pe probe colectate din şisturile disodilice ale Oligocenului în faciesul gresiei de Kliwa din pînza medio-marginală.

Inventarierea efectuată asupra disodilelor din Carpaţii Orientali reprezintă o analiză complexă a lor, atît din punct de vedere geologic, cît şi petrografic şi geochimic.

Studiu geologic

Condiţiile geologice ale şisturilor disodilice Oligocene din Carpaţii Orientali

În cadrul flişului Carpaţilor Orientali depozitele oligocene au o mare răspîndire constituind, în majoritatea cazurilor, umplutura sinclinalelor din regiune. Acestea îmbracă un facies predominant bituminos care marchează sfîrşitul unui ciclu de sedimentare în aria geosinclinalului carpatic.

O caracteristică generală a depozitelor oligocene o constituie variaţiile faciale constatate, atît în sens transversal, cît şi longitudinal, fapt care a condus la separarea în Carpaţii Orientali a următoarelor faciesuri principale, repartizate astfel pe unităţile geologice majore :

a. Unităţile interne ale flişului cretacic : 1) faciesul intern (de Fieni)

b. Unitatea medio-marginală : 1) faciesul de Krosno-Fusaru-Pucioasa; 2) faciesul mixt; 3) faciesul de Kliwa

c. Unitatea externă: 1) faciesul de Kliwa

• Faciesul intern (de Fieni) are o dezvoltare restrînsă, întîlnindu-se în sectorul sud-vestic al arcului carpatic, la vest de valea Doftanei, pe flancurile sinclinalului Slănic-Breaza-Buciumeni şi în unele cute ale flişului cretacic intern.

Fig. 1. Şist disodilic bituminos tipic (V. Tocila).

Oligocenul de Fieni se caracterizează printr-o întrepătrundere între Oligocenul marnos şistuos de Pucioasa şi episoade bituminoase caracteristice faciesurilor mai externe ale Oligocenului. Oligocenul de Fieni se aşază în continuitate de sedimentare peste Eocenul de Sotrile.

Fig. 2. Şist disodilic microgrezos (V. Belţeag).

• Faciesul de Krosno-Fusaru-Pucioasa. În cadrul unității medio-marginale depozitele oligocene în faciesul de Krosno-Fusaru-Pucioasa ocupă zonele vestice, așezîndu-se în continuitate de sedimentare peste depozitele eocene în faciesul gresiei de Tarcău.

În lungul arcului carpatic, Oligocenul de Fusaru-Pucioasa ocupă două mari zone : prima situată în sectorul nordic, între valea Sucevei și valea Suhei, iar a doua, dezvoltată în mod continuu, între localitatea Buhalnița și valea Ialomiței, de unde se continuă și înspre vest, în domeniul Depresiunii getice.

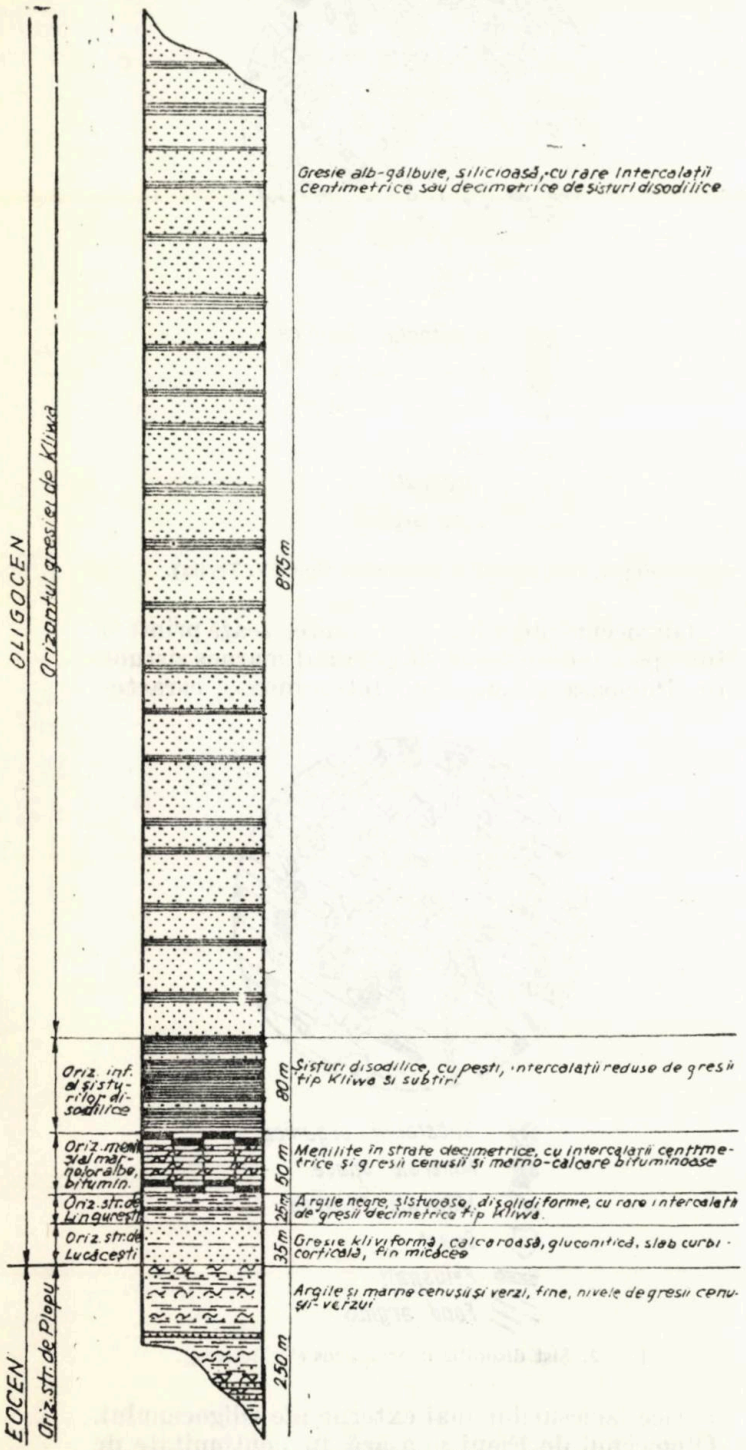


Fig. 3. Coloană stratigrafică sintetică a depozitelor oligocene de Kliwa din valea Moldovei.

Caracterul litologic dominant al Oligocenului în acest facies îl constituie gresia de Fusaru, alcătuită din elemente de tip carpatic, cu granulație grosieră, în alternanță cu pelite care adesea au un caracter șistuos-bituminos. Sintetic, coloana litologică comportă următoarea alcătuire :

— orizontul bazal al gresiei de Fusaru ;
— orizontul marnos cu pseudodisodile ;
— orizontul gresiei de Fusaru ;
— orizontul stratelor de Vinețișu.

La sud-vest de valea Buzăului, orizontul gresiei de Fusaru este substituit parțial de marnele și nisipurile stratelor de Pucioasa, peste care se așază uneori un orizont de șisturi disodilice superioare.

• Faciesul mixt înglobează depozitele oligocene cu caractere litologice comune faciesului de Krosno-Pucioasa și faciesului de Kliwa ; se întîlnește în sectorul nordic al Carpaților, între valea Sucevei și valea Moldovei, și în valea Buzăului, unde este cunoscut sub denumirea de faciesul de Vinețișu. Litologic se caracterizează printr-o întrepătrundere între elementele comune faciesului de Krosno-Fusaru-Pucioasa (gresie de Fusaru, marne de Vinețișu) și elemente litologice specifice faciesului de Kliwa (marno-calcare bituminoase, menilite, șisturi disodilice, gresie de Kliwa).

• Faciesul de Kliwa. Depozitele oligocene în faciesul de Kliwa au o dezvoltare considerabilă în cadrul unității medio-marginale. Judecînd după alcătuirea litologică, depozitele oligocene în facies de Kliwa îmbracă în lungul arcului carpatic două moduri principale de prezentare și anume :

1. În sectorul cuprins între valea Sucevei și valea Nărujei coloana depozitelor oligocene comportă, în general, două episoade grezoase, unul în bază, cunoscut sub numele de gresia de Lucăcești, și unul la partea superioară, denumit gresia de Kliwa, între care se găsesc pachete de pelite bituminoase, sub formă de marno-calcare, și șisturi disodilice, asociate cu menilite, a căror grosime maximă poate ajunge la circa 80—100 m.

2. Începînd din valea Nărujei, spre est, orizontul gresiei de Kliwa este împărțit în două nivele de orizontul stratelor de Podu Morii. Coloana depozitelor oligocene se completează cu orizontul disodilelor și menilitelor superioare și uneori cu un nivel de menilite terminale.

În cadrul flișului carpatic, unitatea externă este reprezentată prin fereastra Bran-Dumesnic și semiferestrele Putna-Straja, Bistrița, Slănic-Oituz și Putna-Vrancea. Poziția externă pe care aceasta a ocupat-o în cadrul geosinclinalu-

lui carpatic a condus la acumularea, în timpul Oligocenului, a unor depozite în facies de Kliwa, care se deosebesc de cele din unitatea mediomarginală prin următoarele caractere litologice:

— reducerea în grosime, adesea pînă la dispariţie, a gresiei de Lucăceşti;

— dezvoltarea considerabilă a şisturilor disodilice, care ocupă în coloana stratigrafică un nivel inferior, unul superior şi unul terminal, a căror grosime maximă atinge uneori 600 m;

— substituirea parţială, începînd din valea Bistriţa spre nord, a orizontului gresiei de Kliwa prin bancuri de conglomerate cu elemente verzi de tip dobrogean; la nord de valea Moldovei, gresia de Kliwa măsoară, în suita depozitelor oligocene, cel mult 100 m.

În Oligocenul unităţii externe menilitele se întîlnesc, în mod constant, la partea inferioară, în asociaţie cu marno-calcarele bituminoase şi la partea superioară a orizontului şisturilor disodilice superioare; uneori menilitele constituie şi un nivel terminal, care încheie suita depozitelor oligocene, nedepăşind circa 10 m.

Începînd din valea Bistriţei, spre sud, între menilitele superioare şi cele terminale se întîlneşte o serie de depozite flişoide, cunoscută în zona Moineşti sub numele de stratele de Gura Şoimului.

Studiu petrografic

Rezultatele obţinute prin studiile de laborator au permis ca rocile analizate să fie separate în următoarele tipuri litologice: roci detritice terigene (argilite, şisturi disodilice, microgresii şi gresii), roci de compoziţie mineralogică mixtă chimică şi detritică (marne, marne microgrezoase, marno-calcare etc.) şi roci de precipitaţie chimică şi biochimică (menilite).

Rocile detritice terigene sînt reprezentate prin şisturi bituminoase$_5$, şisturi disodilice şi microgresii la care se asociază, ca varietăţi litologice, argilite carbonatice slab bituminoase, argilite cu pirită şi argilite cu glauconit, microgresii şi gresii slab bituminoase.

Fondul mineralogic al rocilor analizate microscopic este constituit, în cazul argilitelor, dintr-un material argilos şi silicios, cu structura pelitomorfă, evident impregnat şi pigmentat cu substanţă organică transparentă galben-brună sau neagră opacă. La microgresii şi gresii componentul argilos rămîne ca ciment de legătură pentru materialul detritic aleuritic şi psamitic care este constituit predominant din cuarţ şi subordonat din feldspaţi, muscovit, sericit, clorit şi mici fragmente litice. Mineralele autigene sînt reprezentate prin granule de glauconit, pirită, hidrotroilită şi hidroxizi de fier.

Şisturile bituminoase disodilice tipice, cu structura pelitomorfă şi textura în strate fine, paralele, cu aspect de plăci cu grosime milimetrică sau centimetrică, au un conţinut de substanţă organică (substanţă organică solubilă şi kerogen) mai ridicat, iar randamentul în ulei de şist este uneori mai mare de 5%.

Substanţa organică bituminoasă este distribuită, în cazul şisturilor disodilice tipice, difuz şi uniform în întreaga masă a rocii sau local sub formă de plajă, cuiburi şi agregate, iar rezultatele obţinute ca randament în ulei de şist prin distilare sînt în concordanţă cu aprecierile făcute prin analizele microscopice. În cazul rocilor detritice aleuritice şi psamitice, conţinutul în substanţa organică bituminoasă scade, randamentul în ulei de şist este de maximum 1%, iar în majoritatea probelor distilate, numai urme.

Rocile de compoziţie mixtă ca şi cele de precipitaţie chimică au un conţinut mai mic de substanţă organică, iar randamentul în ulei de şist este, practic, nesemnificativ, urme sau maximum 1% (la cîteva probe). Marnele şi marno-calcarele bituminoase, argilitele şi menilitele, ca şi şisturile disodilice aparţin faciesului euxinic-piritic, intens reducător, în care substanţa organică a suferit transformări succesive singenetice şi epigenetice de bituminizare. *P*H-ul este, în general, neutru, cu unele variaţii spre acid, datorită variaţiilor geochimice ale mediului de sedimentare.

Substanţa organică bituminoasă solubilă ca şi kerogenul prezintă, în succesiunea stratelor, variaţii cantitative, în funcţie de substanţa organică animală sau vegetală existentă în timpul sedimentării. Sedimentarea cu caracter ritmic a depozitelor oligocene evidenţiată în alternanţele de roci psamitice, aleuritice şi pelitice a influenţat şi variaţia acumulării şi conservării materiei organice din bazinul sedimentar, disponibilă proceselor de bituminizare chimică. Prezenţa glauconitului în unele roci arată că mediile de sedimentare au fost uşor oxigenate, dar n-au înlocuit definitiv faciesul euxinic-piritic reducător.

Din distribuţia în coloana stratigrafică a depozitelor oligocene, în care variaţiile litologice sînt dispuse în alternanţe cu grosimi de la cîţiva centimetri, pînă la zeci de metri (menilite, şisturi, disodilice, gresii de Kliwa etc.), se observă că numai şisturile disodilice tipice cu grosime de 5—10 şi uneori 20 cm prezintă conţinuturi mai ridicate de substanţă organică în parte cu metamorfism evoluat sub formă de bitumen şi în parte incipient sub formă de kerogen.

Studiu geochimic

Acesta cuprinde următoarele determinări:

— randament de ulei distilat;

— carbon organic.;

Tabelul 1

Rezultatele distilărilor de şisturi bituminoase

		Probe distilate	Probe bogate	%
I. Vîrste	Cretacic	66	—	—
	Oligocen	5 159	223	4,3
	Miocen	39	—	—
	T o t a l I	5 264	223	4,3
II. Unităţi geologice şi faciesuri				
a. Unitatea internă	Facies intern (de Fieni)	64	—	—
b. Unitatea medio-marginală	Facies de Fusaru—Pucioasa	564	9	1,6
	Facies mixt (Fusaru-Kliwa)	178	3	1,7
	Facies de Kliwa	2 593	185	7,1
c. Unitatea externă	Facies de Kliwa	1 760	26	1,4
	T o t a l II	5 159	223	4,3

— extract solubil şi procentul de hidrocarburi şi nehidrocarburi din extract;
— hidrocarburi din rocă;
— putere reducătoare Trask;
— *p*H;
— compoziţia părţii minerale a rocilor.

Randamentul de ulei distilat a fost determinat cu ajutorul retortei Fischer şi a unui aparat Dean-Stark pentru dozat apa. Metodologia de lucru a fost aceea transmisă de către Institutul de şisturi de la Kohtala-Jarve (Estonia) U.R.S.S.

Amestecul de apă şi ulei rezultat prin încălzirea probei la 510°C este cîntărit în balonul în care a fost cules şi după aceea se determină conţinutul de apă prin xilen.

În cursul prospecţiunilor efectuate asupra disodilelor din Carpaţii Orientali între anii 1968—1972, au fost colectate 8 481 probe din care au fost distilate 5 264. Rezultatele obţinute pe criterii de vîrstă, unităţi structurale şi faciesuri, sînt prezentate în tabelul 1 şi ele arată că procentul cel mai mare de probe bogate se întîlneşte în faciesul de Kliwa al unităţii medio-marginale.

Trebuie menţionat că probele bogate în distilat de ulei de şist apar dispersate, în mod neregulat, fiind intercalate printre altele care furnizează numai urme de distilat. În unele cazuri, destul de rare dar semnificative, întîlnite pe valea Moldovei şi valea Buzăului, acolo unde oligocenul unităţii medio-marginale în faciesul gresiei de Kliwa are cea mai mare răspîndire, probele mai bogate apar grupate mai multe la un loc pe grosimi de 5—7 m.

Probele bogate care produc peste 5% distilat prezintă, în general, valori apropiate de 5% şi numai foarte puţine ating randamente în jur de 10%.

Carbonul organic. Determinările au fost executate pe probe extrase în prealabil cu solvenţi organici şi supuse la o dezagregare cu acid clorhidric pentru eliminarea carbonaţilor, folosindu-se metoda prin combustie în atmosferă de oxigen. Valorile obţinute pentru carbonul organic sînt cuprinse între limite largi, de la 0,34%, la probele sărace, pînă la 17,63%, la probele bogate.

Substanţa organică solubilă a fost obţinută prin extracţie succesivă a rocii la rece, în coloană [3]. Solvenţii folosiţi au fost: heptanul normal pentru hidrocarburile saturate, benzenul pentru hidrocarburile aromatice şi un amestec de 70% benzen, 15% alcool şi 15% acetonă pentru nehidrocarburi. Totalizînd cele trei extracţii se obţine substanţa organică solubilă totală extrasă din rocă.

Valorile obţinute pentru substanţa organică extrasă se apropie, în medie, de 0,5%. În cazul rocilor sărace în distilat, aceste valori sînt mult inferioare, lui 0,5%, pe cînd la cele bogate depăşesc această valoare, ajungînd la circa 2%.

Conţinutul substanţei organice extrase. Hidrocarburile-saturate şi aromatice prezintă, în general, valori sub 50%, nedepăşind decît rareori această valoare. Nehidrocarburile prezintă, în general valori peste 50%.

Conţinutul de hidrocarburi în rocă. Rocile studiate prezintă un conţinut de hidrocarburi care, în majoritatea cazurilor, depăşeşte valoarea de 500 p.p.m., ajungînd uneori la 5 000 p.p.m. După clasificarea lui Philippi [4] aceste valori corespund la roci generatoare de hidrocarburi cu calificativul „bun" şi „foarte bun".

Puterea reductoare Trask prezintă valori cuprinse între 1 şi 12. Valorile mici corespund la probe care dau randamente mici de distilat, iar cele mari, la cele bogate în distilat.

În ceea ce privește randamentul de distilat, conținutul de carbon organic, valoarea extrasului solubil în solvenți organici, conținutul de hidrocarburi în rocă în p.p.m., precum și puterea reducătoare Trask se constată că există un paralelism pentru valorile mari.

Valoarea pH-ului probelor studiate prezintă, în general, un caracter neutru și uneori acid, datorită faptului că fiind probe de suprafață au suferit acțiunea factorilor climaterici.

Compoziția părții minerale

— Majoritatea disodilelor pure prezintă un conținut ridicat de SiO_2, între 50—75%, cu excepția a 2—3 profile de disodile calcaroase din care unele probe prezintă un conținut mai scăzut de silice (sub 40%).

— Majoritatea probelor analizate conțin între 10—20% alumină (Al_2O_3).

— Procentul de Fe_2O_3 variază, cu mici excepții, între 3 și 5%.

— Conținutul de FeO variază între 1 și 4,48%. Valorile obținute pentru FeO sînt, în general, mai mici decît cele găsite în cazul Fe_2O_3.

— Valorile obținute pentru CaO sînt mici, în general în jur de 1%. Profilele cu conținut mic de SiO_2 au conținuturi care ajung pînă la 32%.

— Conținutul de MgO este în jur de 1,5%, în majoritatea cazurilor fiind mai mare decît cel de CaO.

— De cele mai multe ori probele conțin numai urme de Mn_3O_4.

— Totalitatea probelor prezintă valori sub 1% P_2O_5.

— Probele conțin, în general, valori de TiO_2 sub 1%.

— Valori sub 1% de Na_2O.

— Valori în jur de 1% de K_2O.

— De cele mai multe ori, probele prezintă valori mari de S piritic, variind între 0,2 și 4%.

— În majoritatea cazurilor probele conțin sub 1% sulf sulfatic.

Extrase acetice. Probele prezintă în general valori foarte mici, sau chiar urme, datorită lipsei de carbonați din rocă, în afară de 2—3 profile, menționate mai sus, care au prezentat un conținut ridicat de carbonați.

În general, pentru toate probele analizate s-a constatat că disodilele din Carpații Orientali prezintă o compoziție minerală oarecum omogenă.

Pentru a avea indicații asupra potențialului energetic al șisturilor disodilice s-au efectuat determinări de putere calorifică superioară. Rezultatele obținute pe 85 de probe colectate din sectorul nordic al Carpaților Orientali cu randamente de ulei de șist cuprinse între 0 — 7,70% au indicat valori între 50 — 1980 kcal/kg, dovedind că în general există o corelare directă între randamentul de distilat, carbon organic și putere calorifică. Există și cazuri rare cînd probe cu randamente sărace de distilat prezintă puteri calorifice pînă la 600 kcal/kg, fapt care s-ar putea explica prin natura chimică a kerogenului.

Concluzii

Din datele de mai sus rezultă că din punctul de vedere al randamentului de distilat cea mai interesantă unitate geologică din Carpații Orientali este unitatea medio-marginală, în special zona ocupată de depozitele oligocene în faciesul gresiei de Kliwa.

Observăm însă că probele bogate în ulei de șist apar dispersate, în mod neregulat, fiind intercalate între probe care nu conțin decît urme de ulei de șist și se găsesc în număr foarte redus față de grosimea șisturilor bituminoase.

În unele cazuri, întîlnite în special pe unele profile din valea Moldovei și valea Buzăului, acolo unde Oligocenul unității medio-marginale în faciesul gresiei de Kliwa are cea mai mare răspîndire, probele mai bogate apar grupate mai multe la un loc, pe grosimi de 5—7 m.

Din probele studiate, în vederea stabilirii randamentului de distilat, s-a constatat că, în general, disodilele din Carpații Orientali sînt sărace în distilat de ulei de șist. Totuși, în faciesul de Kliwa al unității medio-marginale, se întîlnesc unele probe care dau randamente de distilat peste 5%, însă atît numărul lor, cît și randamentul de distilat nu au valori mari.

Relația între constituția petrografică mineralogică a șisturilor disodilice și conținutul lor în kerogen este condiționat de aportul de substanță organică de condițiile de mediu. Cercetările de teren și de laborator întreprinse pînă în prezent nu au permis, pînă acum, stabilirea unor criterii cu privire la distribuirea preferențială a unor pachete de șisturi disodilice cu conținuturi ridicate de distilat.

Lipsa unor probe numeroase de disodile care să dea randamente apreciabile de distilat se poate explica, prin teoria lui L. E. Slatter, după care șisturile bituminoase cu un conținut ridicat în ulei de șist se întîlnesc în depresiunile cu un grad relativ scăzut de metamorfism al substanței organice, în care kerogenul încă nu s-a transformat în hidrocarburi. Se explică astfel și faptul că șisturile bituminoase, cu conținuturi ridicate în kerogen, nu conțin aproape deloc componenți volatili sau extractibili [5, 6].

În șisturile disodilice kerogenul insolubil, care produce ulei prin încălzire la 500°C a suferit, sub acțiunea temperaturii, presiunii și a diverșilor catalizatori, transformări profunde, care au dat naștere la bitumene solubile, respectiv la hidrocarburi, rocile cu kerogen transformîndu-se astfel în roci generatoare de țiței. Acest punct de vedere este confirmat de faptul că în disodile se găsesc cantități apreciabile de hidrocarburi, atît în extract, cît și în rocă.

Părerea că şisturile disodilice reprezintă roci generatoare de hidrocarburi a fost de altfel emisă mai de mult pe bază de criterii geologice şi confirmată recent, prin studii de laborator, de Cerchez V. Th. şi Anton S. (1967).

Aşa se explică deocamdată şi faptul că disodilele din unitatea externă, care reprezintă paraautohtonul pînzei medio-marginale, în care s-au format importante zăcăminte de hidrocarburi, sînt foarte sărace în distilat, în comparaţie cu disodilele în faciesul de Kliwa din pînza medio-marginală, care prezintă un randament relativ mai ridicat de ulei de şist.

În aceste condiţii, după rezultatele obţinute pînă în prezent, nu este de aşteptat, cel puţin din punct de vedere teoretic, ca în şisturile disodilice să se întîlnească probe mult mai bogate în kerogen decît cele studiate pînă în prezent, fiind posibil însă ca prin prospectarea lor de detaliu anumite zone să prezinte randamente cu valori de 5% sau ceva mai mari.

Trebuie însă reţinută posibilitatea folosirii lor drept combustibil inferior.

Pentru a se putea aprecia importanţa acestor pachete de strate, cu rezultate la limita rentabilităţii, sînt necesare lucrări detaliate pe teren şi în laborator, care să contureze eventualele zone de interes economic. Lucrările efectuate pînă în prezent sugerează că aceste zone se găsesc pe valea Moldovei şi valea Buzăului.

BIBLIOGRAFIE

[1] Cerchez, V. Th. şi Vasilescu, F. *Extracţia la rece a substanţei organice solubile din roci.* Petrol şi Gaze, nr. 8, 1967 pag. 440.

[2] Cerchez, V. Th. şi Anton S. *Recherches sur l'idéntification des roches mères d'hydrocarbures.* Rev. Inst. Franc. Pétrole, nr. 12, 1967, p. 1818.

[3] Coman, V. şi Cerchez, V. Th. *Posibilitate de verificare a stratelor bituminoase în R.S. România.* Petrol şi Gaze nr. 8, 1969, pag. 582.

[4] Philippi, G. T. *Identification of oil source beds by chemical means.* Congr. Geol. Institut. 1956, Sec. III, pag. 25.

[5] Slatter, L. E. *Definition, formation and classification of oil shale.* Sympozium Tallinn, 1968.

[6] * * *Petroleum Press Service nr. 4, 1972, pag. 151.

Dr. geol. **Fl. Codarcea**

Consideraţii asupra transformării materiei vegetale în turbă şi posibilităţile de valorificare a acesteia

Pentru a explica unele aspecte ale transformării materiei vegetale în turbă,considerăm indicat să prezentăm unele puncte de vedere legate de turbă, în general, şi formarea turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor, în special.

Unele consideraţii asupra turbei şi turbăriilor

Turba este iniţial un sediment generat de o anumită formaţiune vegetală, din care prin procese complexe de transformări fizice, biochimice şi chimice, rezultă o substanţă utilă cu un conţinut de carbon mai mare faţă de vegetaţia din care a luat naştere, păstrînd în masa sa numeroase resturi vegetale.

Atunci cînd se vorbeşte de turbă, botaniştii înţeleg, de obicei, acest sediment biogen; geologii, în general, se referă la roca ce rezultă în final din acest proces de transformare.

Atît sedimentul biogen, cît şi roca fac parte din această gamă largă de transformări ale materiei vegetale (cunoscute sub numele de procesul de turbificare) şi fiecare dintre ele poate fi considerat, fără nici o greşeală, ca fiind o turbă, bineînţeles într-un stadiu incipient ori mai avansat de transformare a materiei vegetale.

Diferitele varietăţi de turbă se explică prin natura diferită a vegetaţiei care participă la formarea turbei.

Vegetaţia diferă datorită deosebirilor de climă, sol şi morfologia terenului.

Ţinînd seama de cele arătate, turbăriile se împart în : eutrofe şi oligotrofe.

1. *Turbării eutrofe*

În această grupă sînt incluse turbăriile care se alimentează cu apele de infiltraţie, cu conţinut ridicat în substanţe minerale nutritive necesare plantelor. Ele au o reacţie uşor acidă uneori neutră şi foarte rar alcalină. În ele cresc asociaţii de plante cum ar fi : Phragmites (stuful), Typha (papura), Carex (rogozul).

Turba ce se formează sub apă este de culoare închisă, iar părţile vegetale care o alcătuiesc abia se mai recunosc.

Turbăriile de acest fel poartă numele de turbării joase sau plane (cu suprafaţă plană) sau turbării eutrofe. Popular se numesc bahne.

Plantele din aceste turbării se hrănesc cu multe substanţe minerale.

În ţara noastră le întîlnim localizate în Subcarpaţi, în Cîmpia Transilvaniei şi în şesul aluvionar al unor rîuri, cum ar fi Oltul şi Mureşul.

2. *Turbării oligotrofe*

A doua grupă de turbării cuprinde pe acelea care se alimentează cu apele provenite din precipitaţiile atmosferice şi, într-o măsură mai mică, din apele de infiltraţie. Cantitatea mică

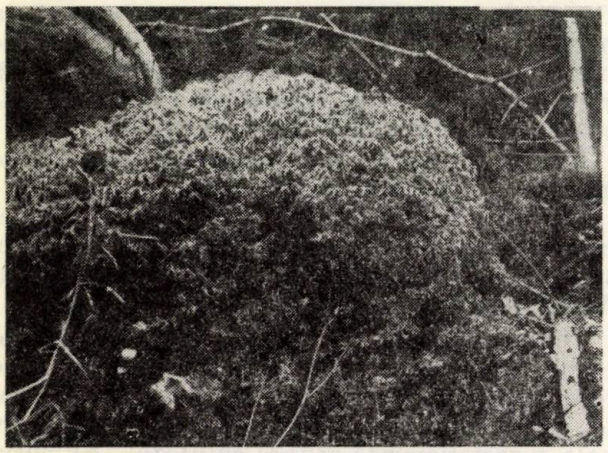


Fig. 1. Sphagnum de la turbăria Grădiniţa.

de substanţe nutritive dizolvate în aceste ape are ca rezultat faptul că plantele din aceste turbării îşi pot reduce la maximum nevoile de hrană, dezvoltîndu-se numai în regiuni cu precipitaţii abundente.

Aceste turbării poartă numele de turbării înalte sau bombate (cu suprafaţa bombată) sau turbării oligotrofe, iar în România se cunosc şi sub numele popular de tinoave.

Vegetaţia acestor turbării înalte se compune, în special, din muşchiul Sphagnum (fig. 1) care, datorită structurii sale, poate înmagazina cantităţi foarte mari de apă. Alte plante tipice ce cresc în turbăriile oligotrofe sînt : Vaccinium oxycoccos (răchiţelele), Drosera rotundifolia (roua cerului), Betula pubescens (mestecănaşul) şi Picea excelsa (molidul).

În unele cazuri, turbăriile oligotrofe provin prin transformarea turbăriilor eutrofe, cum este cazul şi în regiunea cercetată de noi în bazinul Dornelor.

Formarea turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor

Pentru a explica originea acestor turbării este necesar să amintim ce condiţii considerăm că au trebuit să existe pentru a se forma turbă.

Aceste condiţii au fost :

a. Existenţa unui climat prielnic, cu suficientă umiditate, necesar creşterii turbei.

b. Existenţa unor adînciturі (zone scufundate) care, prin umplere cu apă, să formeze un lac şi care, prin dezvoltarea treptată a vegetaţiei, să dea naştere unei turbării.

c. Existenţa unui substrat mineral acid, care să poată da naştere unui strat bazal impermeabil argilos.

Sîntem de părere că aceste condiţii au putut avea loc, în regiunea cercetată de noi, după glaciaţiune în Holocen. Astfel, terasele Dornei şi Teşnei s-au format în Postarctic (Tardeglaciar).

Avînd un climat propice (în Boreal, Subboreal şi Subatlantic) şi existînd un fundament silicios, s-au putut forma orizonturile de turbă ale turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor.

Considerăm că la sfîrşitul Glaciarului, gheţarii din Munţii Călimani şi Munţii Rodnei au început să se topească, iar apa rezultată din topirea lor, împreună cu mîlurile argiloase, au umplut adînciturile existente în terasele Dornei şi Teşnei, formate tot prin activitatea gheţarilor, care au transportat şi depus pietriş şi nisip.

În altă fază s-a format mîlul organic din restul vieţuitoarelor, care au populat lacul şi care, după moartea lor, s-a depus peste stratul de argilă din fundul lacului ; este nămolul de turbă (gythja) întîlnit cu grosimi ce variază între 65—20 cm, în forajele executate în regiune.

În altă fază, vegetaţia formată din papură, rogoz, stuf etc. a început să se dezvolte şi a invadat lacul, umplîndu-l treptat.

Începe să se formeze orizontul de turbă eutrofă din plantele moarte care au căzut pe fundul lacului. Totodată încep procesele chimice de descompunere a materiei vegetale, formîndu-se acizii humici.

Treptat turbăria începe să se bombeze şi se formează o vegetaţie oligotrofă, care se hrăneşte cu substanţe aduse de vînt şi apa ploilor.

În ultima fază (care nu a avut loc în regiunea cercetată), prin procese fizico-chimice complexe turba se maturizează, capătă o culoare mai neagră şi se îmbogăţeşte în carbon, trecînd într-o turbă-lignit.

În afara celor arătate, turba se mai formează în perimetrul cercetat prin înmlăştinarea unor păduri cum este cazul pe Teşniţa, dar grosimea stratului de turbă este foarte mică (15—20 cm) şi vor trebui multe mii de ani pînă ce se vor forma orizonturi de turbă cu grosimi asemănătoare celor de la Pilugani — Poiana Stampei.

Consideraţii asupra vegetaţiei din bazinul Dornelor

Cercetarea vegetaţiei din bazinul Dornelor a fost efectuată de botanistul E. Pop de la Cluj Napoca.

Compoziţia unei suprafeţe reprezentative din tinovul Pilugani — Poiana Stampei este următoarea : Sphagnum magellanicum şi Polytrichum strictum dintre muscineele oligotrofe şi următoarele specii de angiosperme : Eriophorum vaginatum, Andromeda polifolia, Oxycoccos microcarpa, Vaccinium vitis-ideaea, Drosera rotundifolia, Vaccinium myrtillus.

Vegetația lemnoasă ce crește pe tinoavele din regiunea cercetată (bazinul Dornelor) este reprezentată prin : Pinus silvestris (pin), Betula alba, Betula verrucosa (mesteacăn) și Picea excelsa (molid).

Din asociațiile arborescente de tinov, cele mai caracteristice sînt Picetum excelsae și Picetum silvestris.

Indivizii de molid și de pin se deosebesc, în general, de aceia ai pădurilor din jur ; sînt, de regulă, mai mici, mai piperniciți, cu inele anuale foarte înguste. Adeseori copacii din turbării sînt plini de licheni. Molizii au frunzele mai deschise la culoare, mai scurte și mai înguste ; pinii au și ei frunze de asemenea scurte și țepoase, iar conurile lor sînt mai tufoase în partea însorită. Dacă privim tinoavele Coșna și Grădinița, remarcăm mari perne de Sphagnum, uneori mai înalte de 1 m, avînd suprafața lățită, cu elemente caracteristice tinovului oligotrof.

La periferia tinovului, pătura de Sphagnum se subțiază și se pierde, cedînd cu ușurință apa, alcătuind o bandă circulară de înmlăștinare mezotrofă sau chiar eutrofă, deoarece la nutriția vegetației din acest loc contribuie și solul mineral sau roca-mamă. Acest inel mlăștinos se numește, cu un termen de specialitate*, lagg.

Flora laggului diferă, în mare măsură, de cea a tinoavelor propriu-zise, iar plantele tipice ale tinovului oligotrof au aici un rol subordonat.

Scurte considerații asupra turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor

Este regiunea cea mai bogată în ce privește flora, suprafața mlăștinoasă și volumul turbei, fiind considerată, pe drept cuvînt, cea mai tipică regiune de tinoave din România.

Apariția acestor turbării își are explicația în condițiile geologice, morfologice și climatice ale bazinului Dornelor.

Referindu-ne la cadrul geologic al regiunii în care se găsesc aceste zăcăminte, putem spune că turbăriile sînt localizate în domeniul argilelor și gresiilor, aparținînd eocenului și oligocenului, turba găsindu-se izolată în aceste formațiuni prin aluviuni mai noi, care conțin cantități însemnate de material silicios. Altitudinea la care întîlnim aceste turbării este de 800—900 m.

Vegetația lor este formată dintr-un pinet pipernicit și Sphagnum. În acest bazin sînt cercetate de noi următoarele turbării oligotrofe : Pîrîul Coșnei (Podul Coșnei), Coșna Sat, Poiana Vinului, Coșna Gară, Pîrîul Teșna, Grădinița, Siminic, Izvorul Borcutului, Pilugani — Poiana Stampei, Poiana Stampei — Hotel Comunal, Poiana Stampei — Izlaz, Căsoi.

Turbăriile sînt alcătuite din două sau trei orizonturi de turbă. Orizontul superior de turbă este de vîrstă subatlantică, iar orizonturile mediu și inferior de turbă sînt de vîrstă boreală sau subboreală. Partea bazală a turbăriilor este formată din nămol de turbă și argilă.

Procesul de turbificare

După cum se cunoaște, turbificarea este un proces de transformare a materiei vegetale. Procesul de turbificare are loc la început în prezența oxigenului, apoi treptat și din ce în ce mai mult în lipsa oxigenului. Acestui proces îi sînt supuse, în special, plantele de uscat și de apă-stătătoare, iar produsul care rezultă este turba.

Turbificarea este un proces milenar, foarte greu de urmărit în natură.

Oamenii de știință au făcut analize pe mai multe varietăți de turbă, diferite ca origine, vîrstă și adîncimi, urmărind îndeaproape gradul de turbificare.

Din cercetările efectuate este sigur că procesul de turbificare începe prin activitatea bacteriană. În apa mai puțin adîncă a mlaștinilor trăiesc numeroase tipuri de bacterii, inclusiv cele care acționează asupra celulozei. Numărul bacteriilor anaerobe crește ușor spre adîncime. Partea aeriană a plantelor din aceste mlaștini cade toamnă de toamnă în apă și este supusă procesului de distrugere bacteriană.

După ce plantele moarte ajung sub apă și se acoperă cu mîl, se întrerupe, aproape cu totul, contactul cu oxigenul și procesul de descompunere tributar oxigenului se oprește, de regulă înainte de dezagregarea structurală a plantelor.

D. A. Begak, cercetînd turba de Sphagnum de diferite adîncimi, găsește că la 10 cm fiecare gram de turbă umedă conține circa 400 000 bacterii, iar la 25—30 cm — circa 90 000 bacterii. Frecvența microorganismelor scade cu creșterea *p*H-ului, pentru a spori cînd aciditatea se atenuează.

Considerații asupra gradului de descompunere a vegetației care alcătuiește turbăriile oligotrofe din bazinul Dornelor

Dacă examinăm într-un profil vertical (fig. 2) turba dintr-un tinov din bazinul Dornelor, constatăm (microscopic) un aspect deosebit al ei. Astfel, la Grădinița care ne oferă posibilitatea examinării prin deschiderile rezultate în urma executării canalelor de drenare ce brăzdează turbăria se observă o culoare diferită a orizonturilor de turbă. În timp ce orizontul superior are o culoare galben închis, orizontul inferior are o culoare brună-negricioasă.

Aceste constatări referitoare la culoarea orizonturilor de turbă au de fapt o explicație chimică. La primele două orizonturi materia vegetală care s-a transformat în turbă este, în general, aceeași (sphagnacee) la orizontul inferior, însă materia vegetală diferă, fiind alcătuită din plante eutrofe și mezotrofe. Gradul de descompunere a materiilor vegetale

* Termen scandinav

(a celulozei şi ligninei) în acizi humici a celor trei orizonturi diferă şi el. Astfel, la orizontul superior el este slab, la orizontul mediu ceva mai mare, iar la orizontul inferior este foarte avansat.

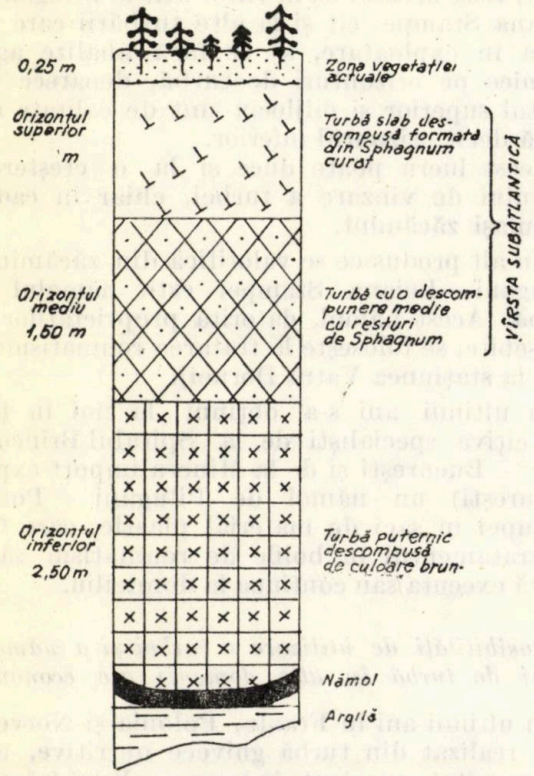


Fig. 2. Coloana litologică prin zăcămîntul Grădiniţa.

Din examinarea rezultatelor analizelor de acizi humici din turbăriile cercetate, rezultă că procentul de acizi humici este mai mare la adîncime; la zăcămîntul Pilugani—Poiana Stampei, acesta este de 51,37 % la adîncimea de 3 m, faţă de 28,75 % la adîncimea de 2 m şi de 12,52 % la suprafaţă.

Faptul că la adîncimea de 3 m acizii humici reprezintă de 2,5 ori mai mult decît acizii humici de la suprafaţă dovedeşte, atît o creştere cantitativă a lor, cît şi o polimerizare mai accentuată a lor, dînd o stabilitate şi o maturizare mai mare a turbei.

Dintre acizii humici, acizii huminici sînt cei care cresc vertiginos cu adîncimea (de la 10 la 48 %), pe cînd cei fulvici scad de la 10 la 4 %. Acest lucru ne dovedeşte că acizii fulvici sînt nestabili şi că cea mai mare parte a materiei vegetale s-a transformat în turbă sub forma acizilor huminici, care sînt mai stabili şi reprezintă produse mai stabile.

Ultima parte a profilului pe verticală la Pilugani—Poiana Stampei reprezintă nămolul organic, care are, din punct de vedere chimic, altă compoziţie faţă de orizonturile de turbă. Astfel, în timp ce acizii humici au crescut în raport cu adîncimea pînă la acest orizont, în nămol scad avînd circa 35 % din care 25 % reprezintă acizii huminici şi 10 % reprezintă acizi fulvici.

Făcînd o comparaţie între compoziţia orizonturilor de turbă şi a nămolului de turbă, remarcăm un conţinut mai mare de acizi fulvici în nămol decît în turbă, ceea ce ne arată că este vorba de altă compoziţie chimică şi alte condiţii de formare, fapt dovedit şi prin ipoteza arătată de noi asupra formării turbăriilor oligotrofe din bazinul Dornelor.

Consideraţii petrografice privind turbele din bazinul Dornelor

Cercetări petrografice asupra turbelor din România nu s-au făcut pînă în prezent.

În 1970 din turbele de la Pilugani — Poiana Stampei şi Grădiniţa s-au executat secţiuni lustruite în laboratorul de mineralogie de la Bureau de Recherches Géologiques et Minières Orleans (Franţa) de către geol. J. P. Ragot, pe probe recoltate de noi.

Din examinarea la microscop a acestor secţiuni la Institutul geologic din Bucureşti de autor împreună cu geologii S. Răzeşu şi C. Bitoianu, s-au constatat următoarele:

În constituţia acestor turbe se observă apariţia maceralului atrinit şi în proporţii mai scăzute a maceralului textinit, ambele din grupa macerală huminit. De asemenea, s-au observat granule de polen răspîndite în masa atrinitică precum şi cuiburi de gelinit (fig. 3).

Probele analizate sînt recoltate din turbăriile Pilugani — Poiana Stampei şi Grădiniţa de la adîncimea de 3 m, din zona centrală a turbăriilor.

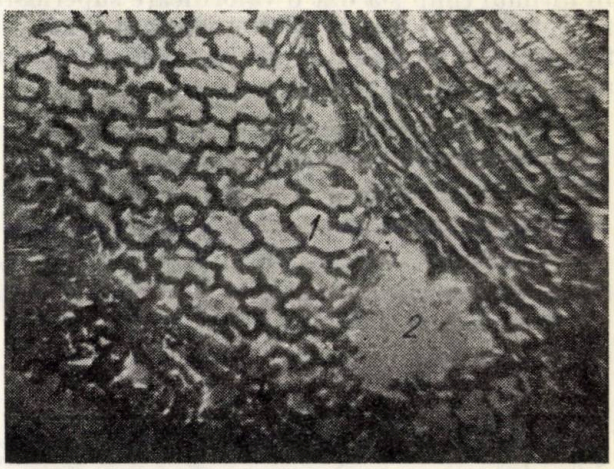


Fig. 3. Turbăria Pilugani: *1* — textinit, *2* — gelinit.

Secţiunile la care s-au observat mai bine componenţii petrografici sînt cele de la Pilugani — Poiana Stampei.

S-au recoltat probe şi de la adîncimea de 0,80 m, dar secţiunile lustruite studiate la microscop au arătat numai resturi vegetale. Explicaţia constă în faptul că turba din această zonă a zăcămîntului nu este suficient de maturizată, fiind într-o fază incipientă de transformare.

În literatura de specialitate, S. A. Musial, I. I. Ammosov şi T. I. Miukina (1965) citează prezenţa unor componenţi petrografici în turbele de la Novinsk (U.R.S.S.) aparţinînd grupelor macerale huminit inertinit.

Din observaţiile făcute împreună cu C. Bitoianu şi S. Răzeşu la turbăria Pilugani — Poiana Stampei se constată că apariţia primilor componenţi petrografici ai turbelor coincide cu creşterea procentuală a acizilor humici. Astfel, la Pilugani — Poiana Stampei concentraţia maximă de acizi humici este de 51,37% şi o întîlnim la adîncimea de 3 m. Acest maxim coincide cu apariţia componenţilor petrografici ai turbei.

Am prezentat unele probleme legate de componenţii petrografici ai turbei pentru a avea un tablou mai complet al transformărilor ce le suferă materia vegetală în acest proces de turbificare.

Am denumit partea din procesul de turbificare în care acţionează bacteriile aerobe şi anaerobe, bioturbificarea, iar partea din procesul de turbificare în care acţionează soluţiile acide, presiunea şi apar componenţii petrografici ai turbei — diaturbificarea (fig. 4). Îmbinarea dintre bioturbificare şi diaturbificare reprezintă procesul complex de turbificare.

Utilizarea turbei

Iniţial turba a fost folosită drept combustibil; în ultimul timp s-a dat o valorificare superioară turbei şi în special celei oligotrofe, care se foloseşte pe o scară largă ca îngrăşămînt în agricultură şi horticultură.

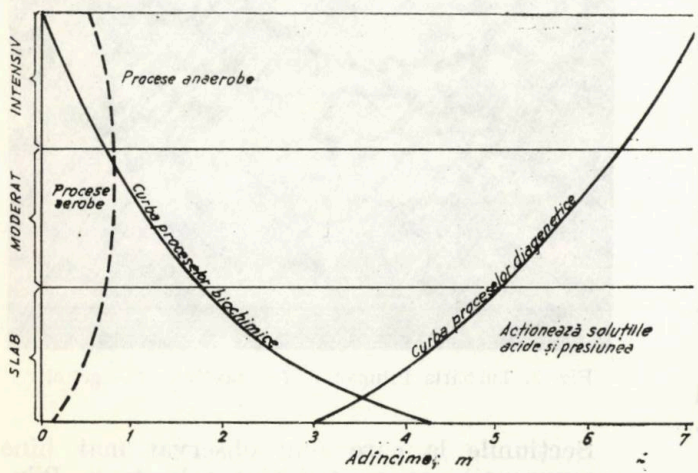


Fig. 4. Graficul idealizat al procesului de turbificare de la turbăria Pilugani — Poiana Stampei.

Datorită capacităţii de schimb cationic şi al unui *p*H optim, precum şi a posibilităţilor de a menţine umiditatea solului mult timp, turba de la Pilugani — Poiana Stampei (oligotrofă) este solicitată în ţară şi în străinătate ca îngrăşămînt. Este necesar ca în viitor atît la Pilugani — Poiana Stampei cît şi la alte turbării care vor intra în exploatare, să se facă analize agrochimice pe orizonturi de turbă, deoarece orizontul superior şi mijlociu sînt de calitate mai bună decît orizontul inferior.

Acest lucru poate duce şi la o creştere a preţului de vînzare a turbei, chiar în cadrul aceluiaşi zăcămînt.

Un alt produs ce se valorifică din zăcămîntul Pilugani —Poiana Stampei este nămolul de turbă. Acest nămol, datorită proprietăţilor lui deosebite, se foloseşte la tratarea reumatismului (ex. la staţiunea Vatra Dornei).

În ultimii ani s-a obţinut la noi în ţară (de cîţiva specialişti de la Spitalul Brîncovenesc — Bucureşti şi de la Mineralimport-export Bucureşti) un nămol de Pilugani — Poiana Stampei în saci de material plastic, care face ca tratamentul în bolile de reumatism să se poată executa sau continua la domiciliu.

Posibilităţi de utilizare a turbei şi a nămolului de turbă în alte domenii ale economiei

În ultimii ani în Franţa, Polonia şi Norvegia s-au realizat din turbă ghivece nutritive, care dau rezultate excelente în legumicultură (răsadurile se dezvoltă cu 2—3 săptămîni mai repede decît fără utilizarea lor).

Fabricarea acestor ghivece nutritive (Jivy pots) a început şi la noi în ţară, dar este necesar să se treacă la introducerea unor linii tehnologice de preparare pentru a putea valorifica superior mari cantităţi de turbă brută.

În vederea măririi potenţialului de fertilizare a solului, a fost încercată tratarea turbelor cu diferite substanţe chimice şi în special cu amoniac. În aceste condiţii se obţine o îmbogăţire a materialului în humaţi de amoniu, substanţe mult mai folositoare decît sărurile anorganice de amoniu.

Din indicaţiile literaturii tehnice de specialitate rezultă că turba se întrebuinţează, în afară de agricultură şi horticultură, şi în alte ramuri ale industriei, putîndu-se valorifica şi în alte domenii, de exemplu:

- La Minsk, în U.R.S.S., se întrebuinţează turbă la producerea de mase plastice.
- Din unele turbe oligotrofe se obţine ceara de turbă cu proprietăţi unguente deosebite (Finlanda, Polonia).

— Din turbă se pot obţine izolatori termici şi plăci sau cărămizi izolante, foarte apreciate în diferite ramuri ale industriei.

— De asemenea, din turbă se pot obține electrozi (utilizați la Szczecin în R. P. Polonă).

● Din nămolurile de turbă se pot extrage unele substanțe eterogene ce servesc la fabricarea unor medicamente (Austria).

Apa turbelor pînă în prezent nu a fost folosită, dar din ea se pot extrage bromul și iodul.

Concluzii

Transformarea materiei vegetale în turbă este o problemă greu de urmărit în natură, ea desfășurîndu-se treptat-treptat în decurs de mii de ani.

Observațiile făcute în turbăriile oligotrofe din bazinul Dornelor, interpretarea rezultatelor analizelor de acizi humici, precum și studiul componenților petrografici ai turbelor au permis să constatăm diferitele stadii de transformare a materiei vegetale în turbă.

Procesele de transformare a materiei vegetale în turbă, cunoscute sub numele de turbificare, sînt o îmbinare a proceselor biochimice aerobe și anaerobe (bioturbificarea) și a proceselor diagenetice, circulația soluțiilor acide, presiunea (diaturbificarea).

Referitor la valorificarea turbei, ținem să arătăm că ea se întrebuințează în prezent la noi în țară ca îngrășămînt în agricultură și horticultură, dar că sînt posibilități multiple de utilizare a ei în alte ramuri ale economiei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Barrabe, L. și Feys, R. *Géologie du charbon des bassins Houillers.* Paris, 1964.

[2] Blum, I. *Studiul chimic și tehnologic al turbelor din R.P.R.* Analele Acad. R.P.R., Tom. VI, nr. 1, 2, 3, 1956.

[3] Codarcea, Fl. *Considérations sur la présence de l'étain dans la cendre de tourbe de Pilugani — Poiana Stampei.* Congrès de L'Assoc. Carpato-Balcanique. 8-ème (Belgrade, 1967).

[4]. Kimmelmann, S. *Turbele din R.S.R și perspectivele de valorificare.* București, M.M.P.G. — Of. de Doc. și Public. Tehnice, 1971.

[5] Musial, S. A. *Petrograficeskoe issledovanie torfov kak pervaia stadiia ugleobrazovaniia.* Sovetskaia gheologhiia, nr. 7, 1965.

[6] Pop, E. *Semnalări de tinoave și de plante de mlaștini din România.* Bul. Grăd. Bot. al Muz. Bot. de la Univ. Cluj, vol. XVII, 1937.

[7] Răileanu, Gh., Grigoraș N., Oncescu N. și Plisca T. *Geologia zăcămintelor de cărbuni.* București, Ed. tehnică, 1963.

[8] Semaka, Al. *Turbăriile din reg. Vatra Dornei — Grădiniță.* Dările de seamă ale Comit. Geol., XIV, București, 1957.

Ing. **I. Makkai**

Considerații privind tipurile de ecuații folosite în antecalculul elementelor albiilor de scufundare produse de exploatările subterane

În legătură cu determinarea elementelor albiilor de scufundare a suprafeței produse de exploatarea zăcămintelor subterane stratiforme literatura de specialitate indică o mulțime de modele matematice. În funcție de forma albiei de scufundare se indică următoarele ecuații.

1. Ecuația lui Budryk-Knothe [1]:

$$S_{xy} = \frac{S_{max}}{r^2} \int_a^b \int_c^d e^{-\frac{\pi}{r^2}(x^2+y^2)} \, dx \, dy; \qquad (1)$$

aceasta fiind ecuația deformării suprafeței albiei de scufundare.

2. Avarșin [2]:

$$S_x = S_{max} \left(1 - \frac{x}{L}\right) \left(\frac{L^2}{i}\right) e \frac{Lx}{i^2} \qquad (2)$$

ecuația scufundării punctelor de pe un aliniament transversal prin albia de scufundare.

3. King Whetton [3]:

$$S_x = \frac{1}{2} (1 - th\, bx)\, S'_{max} \qquad (3)$$

$$\frac{i}{r'} \geqslant 1.$$

4. Martos [4]:

$$S_x = S_{max}\, e^{-ax^2}. \qquad (4)$$

5. Wardell [5]:

$$S_x = a\, S_{max}\, th \frac{bx}{H}. \qquad (5)$$

Perz și alți autori germani dau valorile coeficientului de scufundare a punctului deasupra spațiului exploatat pe baza unor relații trigonometrice [6]. Relația lui Perz, generalizată pentru calculul direct al lui S_x, ar putea fi scrisă sub forma:

$$S_x = S_{max} \sin \varphi\,(x) \qquad (6)$$

și altele, unde (fig. 1):

S_x este scufundarea suprafeței în dreptul punctului x;

S_{xy} — scufundarea punctului cu coordonatele xy;

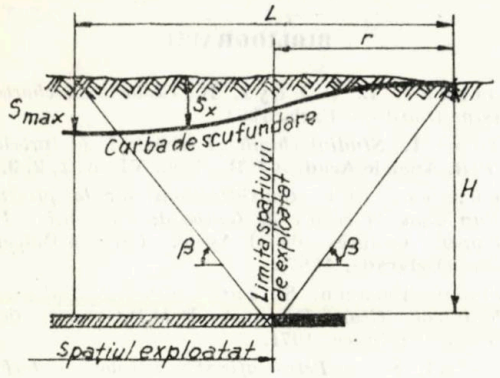


Fig. 1

S_{max} — scufundarea maximă;

r — raza de influență a exploatării;

r' — raza de influență în cazul suprafeței parțial exploatate;

x — abscisa unui punct oarecare de pe aliniamentul profilului studiat;

L — distanța dintre punctul din dreptul scufundării maxime pînă la primul punct de pe aliniament la care mișcările nu sînt perceptibile;

i — abscisa punctului de inflexiune;

b, a — parametrii caracteristici ai ecuațiilor;

H — adîncimea zăcămîntului.

Aceste ecuații, din punctul de vedere al naturii lor se pot grupa în două categorii:

• ecuații care dau curbe asimetrice față de punctul de inflexiune;

• ecuații care dau curbe simetrice față de punctul de inflexiune.

Ecuațiile din prima grupă (1, 2, 4) au originea axelor de coordonate în dreptul punctului S_{max} (scufundarea maximă, fig. 2, *a*), pe cînd cele din a doua grupă (3, 5, 6) — în punctul de inflexiune a curbei de scufundare (fig. 2, *b*).

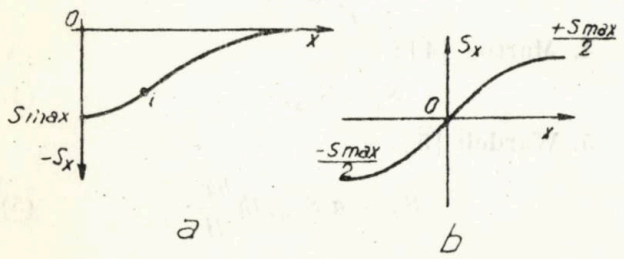


Fig. 2

În urma măsurătorilor efectuate în Valea Jiului s-a observat că alura curbelor de scufundare nu este simetrică față de punctul de inflexiune, acesta fiind deplasat spre spațiul exploatat.

Se pare deci că ecuațiile simetrice nu ne pot fi folositoare pentru a găsi în ele o bază de pornire în vederea stabilirii unei ecuații pentru determinarea elementelor albiilor de scufundare specifice condițiilor din Valea Jiului.

Să analizăm aceste ecuații.

Am ales pentru analiză, din grupa I, ecuația lui Martos (fig. 2, *a*):

$$S_x = S_{max}\, e^{-ax^2}; \tag{4}$$

și din grupa a II-a, ecuația lui Wardell (fig. 2, *b*):

$$S_x = a\, S_{max}\, th \frac{bx}{H}. \tag{5}$$

Analizînd ecuația lui Martos se constată că este de tipul ecuației repartiției normale a erorilor:

$$y = e^{-ax^2}, \tag{7}$$

cu alura din figura 3 cu punctele caracteristice:

$A\ (0,\ 1)$;

$$B,\ C\left(\pm\frac{1}{a\sqrt{2}};\ \frac{1}{\sqrt{e}}\right).$$

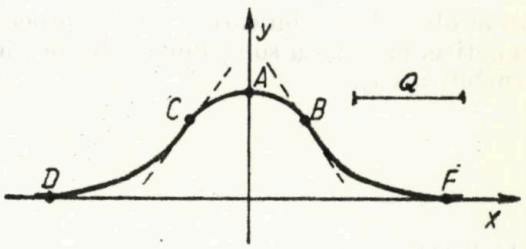


Fig. 3

Curba este asimetrică față de axa x, cu atît mai mult cu cît valorile lui a sînt mai mari.

Determinînd coordonatele punctelor caracteristice A și B (fig. 4) pentru ecuația lui Martos, se obține:

$$A\ (0;\ S_{max})$$

$$B\left(\frac{1}{2a};\ \frac{S_{max}}{\sqrt{e}}\right)$$

de unde se observă că abscisa punctului de inflexiune depinde de mărimea scufundării maxime, dar păstrează un raport constant $\frac{1}{\sqrt{e}}$.

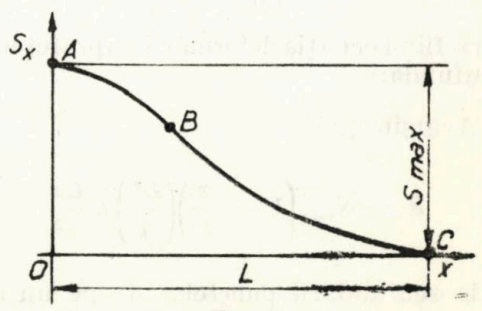


Fig. 4

Analizînd însă curbele construite pe baza măsurătorilor [7], se vede că acest raport nu este constant ceea ce implică introducerea unui parametru C în ecuaţia lui Martos. Astfel, ordonata punctului de inflexiune va avea valoarea :

$$S_i = \frac{C \cdot S_{max}}{\sqrt{e}}, \quad \text{iar abscisa} : x_i = \frac{1}{\sqrt{2a}}.$$

Parametrul a determină, pe de o parte, înclinarea, iar pe de altă parte, poziţia nulă a curbei.

Înclinarea interval h, reprezentînd diferenţa de scufundare pe unitate de lungime în mm/m, are maximul în punctul de inflexiune B a curbei (fig. 4), valoarea lui h_{max} fiind determinată de prima diferenţială a ecuaţiei $S\,(x)$:

$$h_{max} = \frac{\mathrm{d}s}{\mathrm{d}x}$$

adică :

$$S'_x = - S_{max}\, 2\, ax\, \mathrm{e}^{-ax^2}.$$

Înlocuind :

$$x_i = \frac{1}{\sqrt{2a}}.$$

Se obţine :

$$- S_{max} \sqrt{2a}\, e^{-\frac{1}{2}} = h_{max}; \qquad (8)$$

de unde, determinînd valoarea lui a :

$$\sqrt{2a} = \frac{- h_{max} \sqrt{e}}{S_{max}},$$

adică :

$$a = \frac{h_{max}^2\, e}{2 S_{max}^2}. \qquad (9)$$

Din expresia (9) se observă că parametrul a este invers proporţional cu mărimea scufundării maxime şi direct proporţional cu valoarea înclinării maxime interval (h_{max}).

Determinînd coordonatele punctului C ($+L$, 0), fiind vorba de o curbă care este asimptotică la axa x, teoretic punctul de întîlnire a curbei cu abscisa este în $X = \infty$, practic însă la valoarea lui x la care $\frac{S_{max}}{e^{ax2}}$ ne dă valori mai mici decît eroarea de măsurare.

Pentru a putea efectua o comparaţie între ecuaţia lui Martos şi cea a lui Wardell, trebuie să se transforme ecuaţia lui Wardell făcînd o schimbare de coordonate astfel ca pentru $x = 0$ să avem S_{max}, iar pentru $x = L$, $S_x = 0$.

În vederea acestui lucru, se fac următoarele transformări :

$$X = \frac{L}{2} - x; \text{ de unde } x = \frac{L}{2} - X;$$

$$S_X = s_x + \frac{aS_{max}}{2}; \text{ de unde } S_x = S_X - \frac{aS_{max}}{2};$$

deci

$$S_X = \frac{aS_{max}}{2} + \frac{aS_{max}}{2}\, th \frac{b}{H}\left(\frac{L}{2} - X\right);$$

adică lucrînd mai departe cu x mic :

$$S_X = \frac{aS_{max}}{2}\left[1 + th \frac{b}{H}\left(\frac{L}{2} - x\right)\right]; \qquad (10)$$

x variind în intervalul $0 - L$ (fig. 5).

Pentru analiză s-a calculat prima diferenţială a ecuaţiei (10) care are maximul în punctul de inflexiune B —,
deci avînd:

$$x = \frac{L}{2}$$

$$S'_x = \frac{a\, S_{max}\, b}{2H} = h_{max}$$

de aici :

$$b = \frac{2H\, h_{max}}{a\, S_{max}}. \qquad (11)$$

Dacă se compară parametrul b cu a din relaţia (9), se pare că parametrul b este ceva mai complex, conţinînd şi valoarea adîncimii zăcămîntului.

Analizînd însă valoarea lui b cînd $x = L$, în punctul C unde $S_x = 0$, rezultă :

$$th \frac{b}{H}\left(\frac{L}{2} - X\right) = - 1$$

practic :

$$th\ \alpha = -1 \text{ cînd } \alpha \approx -3$$

deci :

$$- \frac{bL}{2H} \approx - 3 \qquad (12)$$

de unde

$$b \approx \frac{6H}{L} \quad \text{în care } L = 2H \operatorname{ctg}\beta \text{ (fig. 1).}$$

astfel că : $b \approx \dfrac{3}{\operatorname{ctg}\beta}$.

Factorul H, reducîndu-se, nu are influenţă directă asupra determinării scufundărilor nici în cazul parametrului b.

În principiu, cele două ecuaţii se bazează pe parametrii de acelaşi conţinut şi diferă numai prin natura lor.

Comparînd cele două ecuaţii, din punctul de vedere al măsurii în care pot fi de folos în cercetările de viitor, se pot trage următoarele concluzii :

— în ecuaţia lui Martos trebuie să se includă încă un parametru C deci relaţia (4) devine :

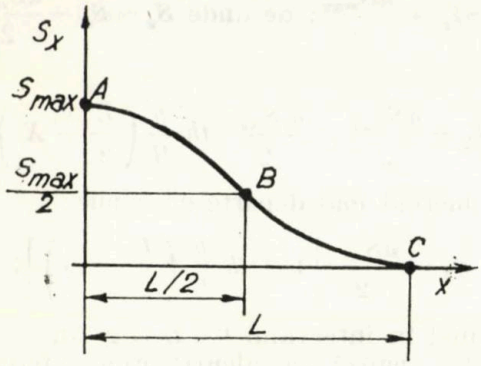


Fig. 5

$$S_x = C\, S_{max}\, e^{-ax^2} \qquad (13)$$

— diferenţa absciselor punctelor de inflexiune B din figurile 4 şi 5

$$\Delta = \frac{1}{\sqrt{2a}} - \frac{L}{2} \qquad (14)$$

trebuie să corespundă deplasării punctului de inflexiune faţă de limita spaţiului de exploatat, aşa cum rezultă de pe curbele de scufundare construite în urma măsurătorilor de pe teren. Acest lucru însă este greu de obţinut deoarece constanta a rigidizează mult valoarea acestei deplasări.

Deci, oricare va fi baza de plecare dintre cele două tipuri de ecuaţii, va trebui să se determine valoarea lui a respectiv b, în funcţie de coordonatele punctelor de inflexiune.

În cazul ecuaţiei lui Martos avînd :

$$X_i = \frac{1}{\sqrt{2a}}$$

rezultă $$a = \frac{1}{2x_i^2}. \qquad (15)$$

În cazul ecuaţiei lui Wardell se poate face ca acest punct de inflexiune să fie deplasat de la mijloc în punctul dat de măsurători, dacă pe intervalul $(x_i - L)$ folosim ecuaţia transformată :

$$S_x = \frac{a\, S_{max}}{2}\left\{1 + th\, \frac{b}{H}\, [(L - x_i) - x]\right\} \qquad (16)$$

iar pentru intervalul $(0 - x_i)$

$$S_x = \frac{a\, S_{max}}{2}\left[1 + th\, \frac{b}{H}\left(\frac{x_i}{2} - x\right)\right]. \qquad (17)$$

Desigur curba ecuaţiilor (16) şi (17) va fi frîntă în dreptul lui x_i, dar acest lucru nu prezintă importanţă deosebit de mare, diferenţele scufundărilor calculate nefiind prea mari faţă de cele măsurate. În ceea ce priveşte valorile înclinărilor interval sau a elementelor derivate, nu putem avea pretenţia ca acestea să corespundă cu realitatea, fiindcă diferenţierea unei ecuaţii se face foarte riguros legic, ceea ce nu se poate afirma despre transformările ce decurg în natură, ele depinzînd de mai mulţi factori şi fenomene ce nu pot fi introduse în ecuaţii matematice.

În contextul celor arătate se poate afirma că ambele tipuri de ecuaţii pot fi utilizate în aceeaşi măsură, indiferent de forma sau natura lor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kowalczyk. *Vorausberechnung von Abbauwirkungen auf Tagesoberfläche*. Freib. Forschungshefte, A 288/62.

[2] Avarşin. Ugoli, nr. 9, 1952.

[3] King Whetton. Colliery Engineering, nr. 431/1958.

[4] Sébor, I. Bányászati kutatóintézet közleményei, nr. 3, 1968.

[5] King Whetton. Colliery Guardian, nr. 5 (120—21), 1959.

[6] Lehman, s.a. Deutsche Steinkohlen Bergbau, vol.II.

[7] Rancea, Gh. *Stabilirea metodelor de exploatare a pilierilor*, 1/17/1973, Studiu ICPMH.

Celule de flotaţie de 16 m³

Exploatarea minereurilor cu conţinut redus de metal a pus problema măririi capacităţii celulelor de flotaţie. Începînd din anul 1970 s-au proiectat de către firma Outokumpu Oy (Finlanda) celulele Ok 16, cu volumul de 16 m³ şi cu agitare mecanică — pneumatică ; se foloseşte un nou rotor pentru repartizarea cantităţii sporite de aer şi care funcţionează cu randament mai bun. Se construiesc baterii cu 4 asemenea celule dispuse una după alta.

Celulele cu volum mare prezintă, printre altele, următoarele avantaje : mai puţine unităţi de flotaţie, micşorarea în consecinţă a numărului dispozitivelor auxiliare, suprafaţa ocupată este mai redusă, conducerea procesului este mai uşoară, consum specific de energie mai redus, cheltuieli de investiţie şi de exploatare mai mici şi indici superiori de preparare.

Erzmetall, nr. 11, 1974, p. 558

Tub de ventilaţie telescopic

Aerisirea eficientă şi evacuarea prafului au importanţă deosebită la săparea galeriilor. La astfel de lucrări nu putem avea siguranţa că capătul tubului de aeraj aflat înspre frontul de lucru are permanent o poziţie optimă pentru aeraj şi evacuarea prafului şi că acesta este asigurat împotriva vreunei avarii din partea capului de tăiere al maşinii de înaintare. Poziţia corectă a tubului variază continuu în timpul operaţiei de avansare, ceea ce face ca tubul să fie reaşezat manual de obicei cu multă trudă.

Pentru a ajuta la rezolvarea acestei probleme s-a propus construirea unui tub din oţel, care se poate extinde pe o lungime de 2,4 m, suspendat de un monorai pe care să se afle ventilatorul tub pentru evacuare. Tubul de oţel urmează să fie cuplat la capătul coloanei de aeraj dinspre front. Tubul ar urma să fie extins şi strîns cu ajutorul unui vinci hidraulic, legat la blocul de alimentare al maşinii de înaintare. Pîrghia de comandă va fi aşezată în acest caz pe maşină, astfel că operatorul ar putea, în timp ce manevrează combina, să aranjeze uşor şi repede poziţia tubului.

Colliery Guardian, nov. 1974, p. 365

Ing. Gr. Guțu, dr. ing. S. Socol, ing. P. Constantinescu și ing. E. Fornazier

Posibilități de micșorare a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate la injecția ciclică de abur (II)

Căi de reducere a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate

Din analiza relației (1) rezultă că pierderile de căldură din sondă în formațiunile traversate depind de un număr mare de factori, care pot fi grupați astfel :

a) dimensiunile sondei, respectiv adîncimea H, raza țevilor de extracție r_1 și raza găurilor de sondă r_5 care intră în expresia timpului adimensional $\bar{t}$;

b) proprietățile termice ale formațiunilor traversate, respectiv conductivitatea termică λ_{st}, difuzivitatea termică care intră în expresia timpului adimensional $\bar{t}$, gradientul geotermic b și temperatura de suprafață T_{su} a solului ;

c) temperatura și presiunea la care este injectat aburul ;

d) durata injecției t care determină valoarea timpului adimensional $\bar{t}$;

e) coeficientul total de transfer termic U în sondă.

În condițiile specifice ale unui zăcămînt dat, parametrii arătați la punctele **a**, **b** și **c** se schimbă puțin de la o sondă la alta și practic nu pot fi influențați de către operator. În schimb, ultimii doi parametri, respectiv timpul de injecție t și coeficientul U, pot fi influențați sensibil de către operator, care le poate schimba valorile de la o sondă la alta sau de la o operație la alta.

De fapt parametrul esențial care trebuie realizat la o operație de injecție ciclică de abur este valoarea cantității cumulate de căldură Q_{c1} care intră în stratul productiv și determină raza zonei din jurul sondei în care pătrunde agentul cald. Pentru realizarea unei anumite valori ale lui Q_{c1} se poate injecta abur cu un debit mic un timp îndelungat sau cu un debit mare în timp mai scurt, ceea ce se vede din relația de mai jos, obținută din formula (13) :

$$t = \frac{Q_{c1}}{q_i \left[X_{sp} I_{ab} + (1 - X_{sp}) I_a\right]}. \qquad (17)$$

Prin urmare, principalele căi de reducere a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate trebuie să urmărească mărirea debitului de injecție a aburului (respectiv scurtarea timpului de injecție) și micșorarea coeficientului U.

1. *Injectarea unor debite ridicate de abur*

Cu toate că pierderile de căldură din sondă în formațiunile traversate nu depind direct de debitul de abur injectat (așa cum rezultă din relația 1 și din figura 1), totuși mărirea debi-

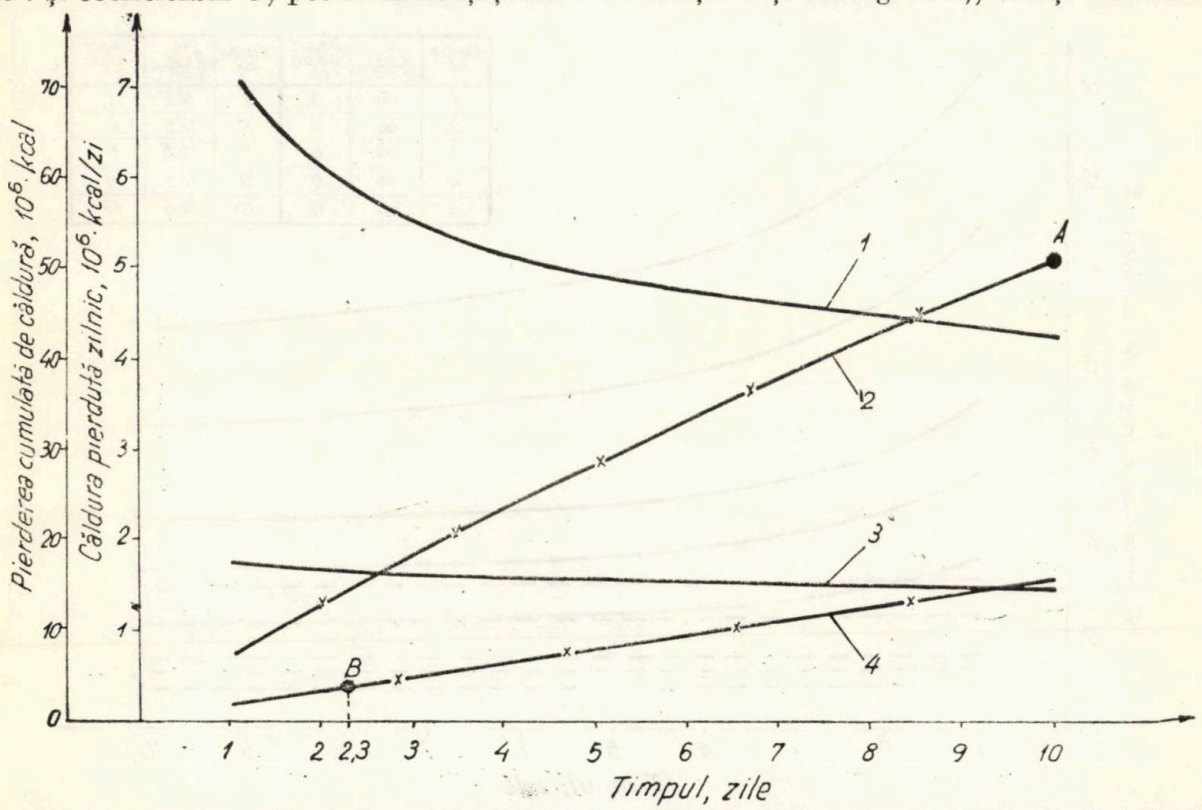


Fig. 1. Variația în timp a cantității de căldură pierdută zilnic în sondă și a cumulativului acesteia de la începutul injecției de abur.

Tabelul 4

Debit de injecție, t/h	Numărul de zile de injecție	Pierderile de căldură în forațiunile traversate, mil. kcal
3	10	51
4	7,4	40
6	4,8	27
8	3,5	20
12	2,3	15

tului de injecție are ca urmare o micșorare a acestor pierderi datorită :

— introducerii într-un timp t mai scurt a cantității de căldură necesare conform celor menționate mai sus și relației (17) ;

— micșorării cotei parte pe care o reprezintă pierderea de căldură față de cantitatea de căldură injectată în unitatea de timp dată.

Astfel, calculele efectuate cu datele din anexa 1 arată, de exemplu, că în cazul cînd $U = \infty$, pentru a introduce în stratul productiv o cantitate de căldură de 435 mil. kcal este necesar să se injecteze abur cu un debit de 3 t/h timp de 10 zile, cînd se pierd în formațiunile traversate de sondă circa 51 mil. kcal. În tabelul 4 este arătat numărul de zile de injecție necesar pentru a introduce în stratul productiv aceeași cantitate de 435 mil. kcal cu alte debite.

Din tabel se vede clar că prin mărirea debitului de injecție a aburului, de la 3 la 12 t/h

Tabelul 5

Parametrii operațiilor de injecție ciclică de abur cu o durată de 10 zile, utilizînd abur de calitate $X_0 = 100\%$, pentru diferite debite și două valori ale coeficientului U (infinit și 12,5 kcal/h.m².°C)

Debit de abur injectat, t/h	Valoarea coeficientului, U, kcal/h.m².°C	Cantitatea totală de căldură injectată la gura sondei, mil. kcal	Pierderi de căldură din sondă		Căldura intrată în stratul productiv		Calitatea aburului la intrarea în strat, %
			zilnic, mil. kcal	cumulat, mil. kcal	zilnic, mil. kcal	cumulat, mil. kcal	
3	∞	486	4,220	50,950	44,380	435,05	85,1
3	12,5	486	1,475	15,680	47,125	470,32	95,4
4	∞	648	4,220	50,950	60,580	597,05	88,8
4	12,5	648	1,475	15,680	63,325	632,32	96,6
6	∞	972	4,220	50,950	92,980	921,05	92,6
6	12,5	972	1,475	15,680	95,725	956,32	97,7
8	∞	1296	4,220	50,950	125,380	1245,05	94,4
8	12,5	1296	1,475	15,680	128,125	1280,32	98,3
12	∞	1944	4,220	50,950	190,180	1893,05	96,3
12	12,5	1944	1,475	15,680	192,925	1928,32	98,9

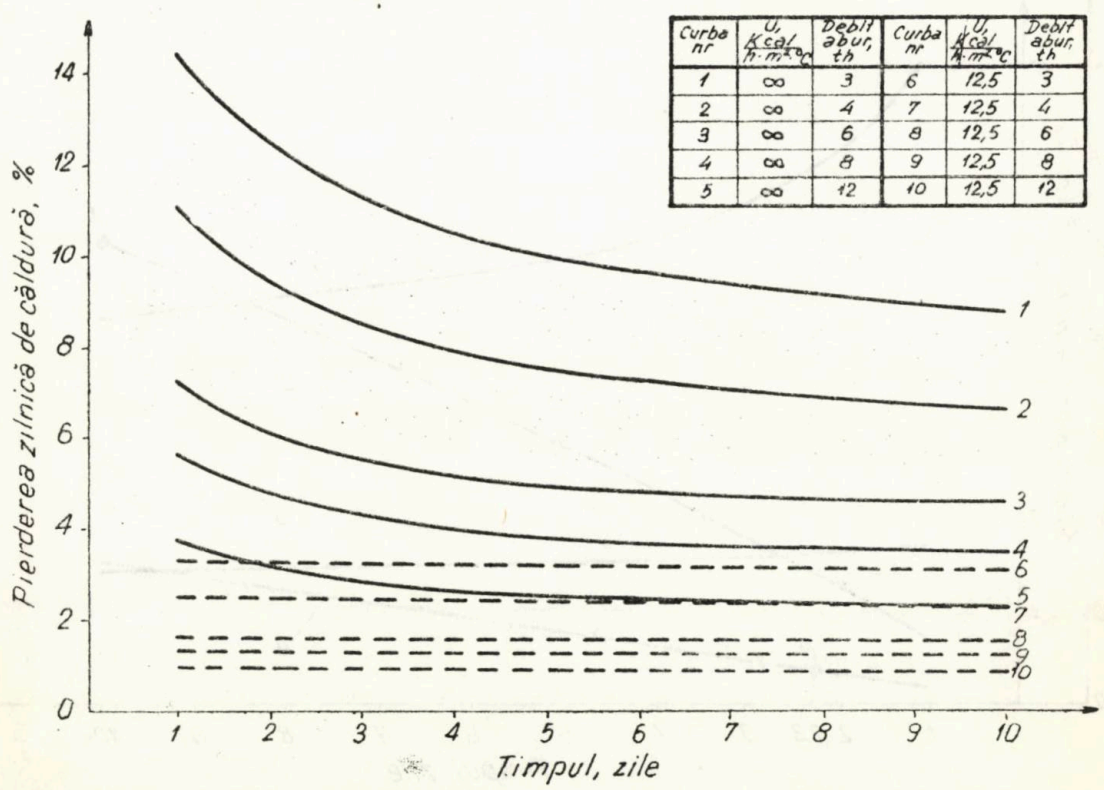


Fig. 2. Variația în timp a pierderilor zilnice de căldură,exprimate în procente, față de căldura injectată zilnic în sondă.

cantitatea de căldură programată se introduce în strat aproape în numai două zile, iar pierderile de căldură în formaţiunile traversate scad de la 51 la numai 15 mil. kcal, adică de 3,4 ori.

Dacă durata injecţiei este aceeaşi la diferite debite, de exemplu 10 zile, pierderile de căldură rămîn constante în valoare absolută (aşa cum rezultă din tabelul 5), dar cantitatea de căldură injectată fiind mult mai ridicată la debite mari, valoarea relativă a pierderilor de căldură, exprimată în procente din căldura introdusă, scade sensibil odată cu creşterea debitelor de injecţie. Această constatare apare deosebit de evidentă din examinarea figurilor 2, şi 3. Astfel, în figura 2 se vede că pierderile procentuale de căldură la debitul de 3 t/h (curba 1), sînt de două ori mai mari decît în cazul unui debit de 6 t/h (curba 3).

În activitatea curentă de şantier, din considerente practice locale, se injectează uneori abur cu debite mici. Se recomandă trecerea la injectarea consecventă de abur cu debite cît mai mari, iar în cazurile cînd sondele au o receptivitate redusă, este raţional ca, pe lîngă creşterea presiunii de injecţie, să se acţioneze şi asupra zonei de strat din jurul sondei, cu scopul de a mări receptivitatea acesteia.

Curba nr	U, Kcal/h.m².°C	Debit abur, t/h	Curba nr	U, Kcal/h.m².°C	Debit abur, t/h
1	∞	3	6	12,5	3
2	∞	4	7	12,5	4
3	∞	6	8	12,5	6
4	∞	8	9	12,5	8
5	∞	12	10	12,5	12

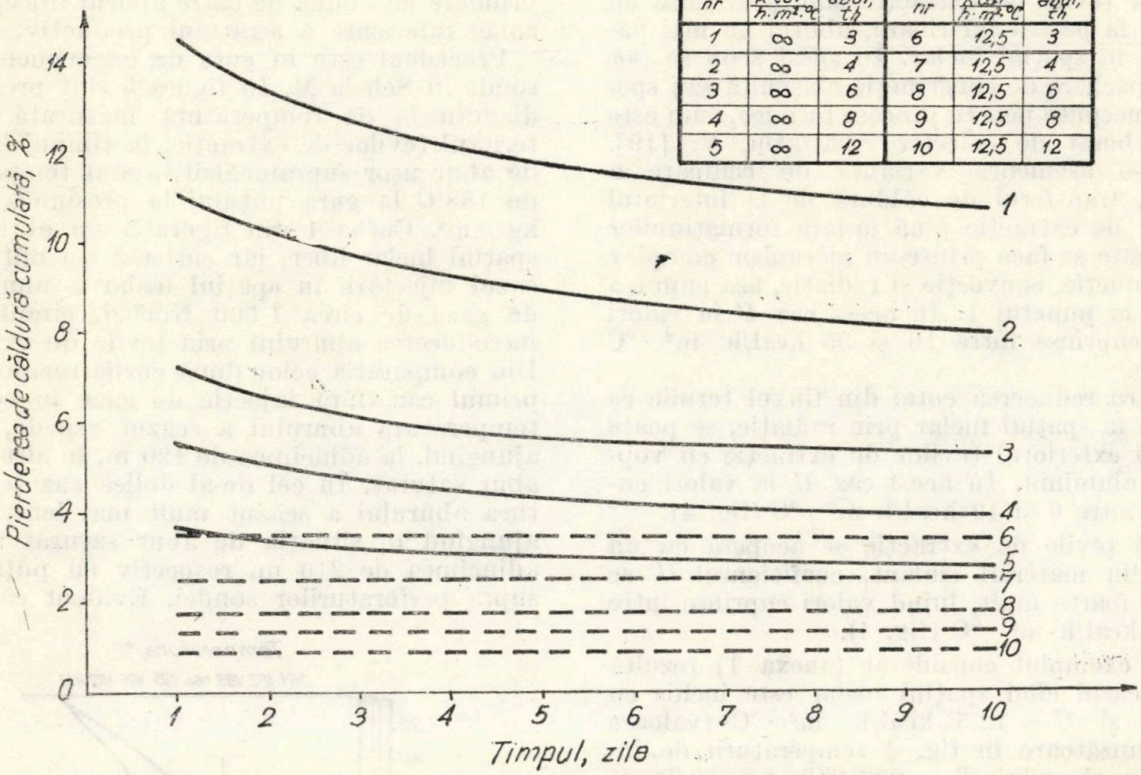


Fig. 3. Variaţia în timp a pierderilor de căldură cumulate exprimate în procente, faţă de căldura cumulată, injectată pînă în ziua respectivă.

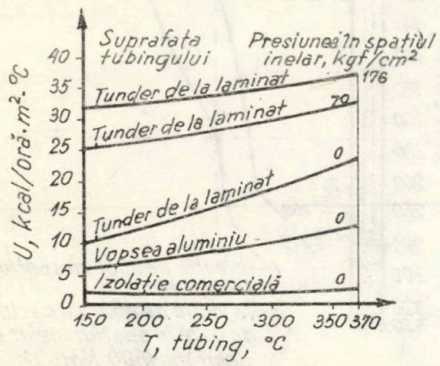


Fig. 4. Variaţia coeficientului total de transfer termic în sondă cu temperatura.

2. *Reducerea fluxului termic din sondă în formaţiunile traversate*

O posibilitate importantă de a micşora pierderile de căldură din sondă, în formaţiunile traversate, constă în micşorarea coeficientului total de transfer termic U. Acest coeficient poate fi determinat cu ajutorul relaţiei (4) sau după Willhite, G. P. [17] din figura 4.

În cazul cînd injecţia de abur se face direct în coloana sondei, U ia practic o valoare infinită ($U = \infty$). Pentru această situaţie pierderile de căldură se determină cu relaţia (2) şi aşa cum rezultă din figura 1 sau din tabelul 5, aceste pierderi au valori ridicate. Astfel, pentru exemplul considerat, privind un zăcămînt

cu țiței vîscos din Schela M — România (vezi anexa 1), după cinci zile de injecție pierderile zilnice de căldură sînt de 4,8 mil. kcal/zi (fig. 1 curba 1), iar cele cumulate sînt de 28 mil. kcal. (fig. 1, curba 2). După 10 zile de injecție pierderile zilnice sînt de 4,22 mil. kcal/zi (figura 1, curba 1 sau tabelul 5), iar cele cumulate de 50,95 mil. kcal (fig. 1, curba 2 sau tabelul 5).

De obicei, injecția de abur nu se face prin coloană, ci prin țevile de extracție. Dacă spațiul inelar dintre acestea și coloană nu este însă închis etanș atunci aburul pătrunde și în coloană transferul termic fiind similar cu situația precedentă și coeficientul U fiind, de asemenea, infinit.

Dacă țevile de extracție sînt prevăzute cu pacher la partea inferioară, aburul nu mai pătrunde în spațiul inelar. În acest scop se pot folosi pachere de construcție obișnuită sau special concepute pentru procese termice, cum este cel elaborat de colectiv Anastasiu, V. [19].

Într-o asemenea variantă de echipare a sondei, transferul de căldură de la interiorul țevilor de extracție pînă la fața formațiunilor traversate se face printr-un mecanism complex de conducție, convecție și radiație, așa cum s-a arătat la punctul 1. În acest caz U ia valori finite cuprinse între 10 și 35 kcal/h. m² · °C (fig. 4).

Pentru reducerea cotei din fluxul termic ce are loc în spațiul inelar prin radiație, se poate acoperi exteriorul țevilor de extracție cu vopsea de aluminiu. În acest caz U ia valori cuprinse între 6 și 12 kcal/h m² · °C (fig. 4).

Dacă țevile de extracție se acoperă cu un strat din material izolant, coeficientul U se reduce foarte mult, luînd valori cuprinse între 2 și 3 kcal/h·m² · °C (fig. 4).

Din exemplul considerat (anexa 1) rezultă că în cazul cînd spațiul inelar este închis cu pacher și $U = 12{,}5$ kcal/h. m² · °C (valoare corespunzătoare în fig. 4 temperaturii de injecție a aburului $T_i = 200{,}4$°C), pierderile de căldură din sondă în formațiunile traversate se reduc mult. Astfel, din figura 1 se vede că la sfîrșitul celei de-a 5-a zi de injecție pierderile zilnice sînt de 0,8 mil. kcal/zi pentru $U = 12{,}5$ kcal/h · m² · °C (fig. 1, curba 4), adică de 6 ori mai mici decît în cazul cînd $U = \infty$ ($q_{c1} = 4{,}8$ mil. kcal/zi, fig. 1, curba 1).

O situație similară se constată din figura 1 și pentru pierderile cumulate de căldură, atît după cele cinci zile menționate, cît și după 10 zile de injecție (vezi și tabelul 5).

Din cele expuse rezultă necesitatea de a se evita pătrunderea aburului în spațiul inelar dintre țevile de extracție și coloana de exploatare. Realizarea acestei condiții cu ajutorul pacherelor este adesea greoaie din cauza dificultăților mecanice ce se produc la manevrarea acestora și mai ales a defectării garniturilor supuse solicitărilor termice. O soluție mai simplă se poate obține prin injectarea unui mic debit de gaze în spațiul inelar simultan cu introducerea aburului prin țevile de extracție. În modul acesta, în spațiul inelar se formează o pernă de gaze, care se deplasează în sondă de sus în jos, cu o viteză mică, împiedicînd aburul să mai pătrundă în spațiul inelar și realizînd aceleași condiții favorabile de ecranare a fluxului termic ca și în cazul prezenței unui pacher de etanșare.

În plus, căldura preluată de gaze este transportată, de asemenea, în stratul productiv de către acestea. Totodată, prin pătrunderea gazelor în partea superioară a zonei de filtru a sondei, se obține un efect favorabil de cuprindere mai bună de către aburul injectat și a zonei inferioare a stratului productiv.

Procedeul este în curs de experimentare la sonde în Schela M. În figura 5 sînt prezentate diagramele de temperatură măsurată în interiorul țevilor de extracție, în timpul injecției de abur ușor supraîncălzit, avînd temperatura de 188°C la gura puțului la presiunea de 10 kgf/cm². Curba 1 din figura 5 s-a obținut cu spațiul inelar liber, iar curba 2 s-a obținut în cazul injectării în spațiul inelar a unui debit de gaze de circa 1 500 Nm³/zi, simultan cu introducerea aburului prin țevile de extracție. Din comparația celor două curbe rezultă că în primul caz (fără injecție de gaze în coloană) temperatura aburului a scăzut repede, acesta ajungînd, la adîncimea de 120 m, în situația de abur saturat. În cel de-al doilea caz temperatura aburului a scăzut mult mai lent, acesta ajungînd în situația de abur saturat abia la adîncimea de 210 m, respectiv cu puțin deasupra perforaturilor sondei. Evident că în cel

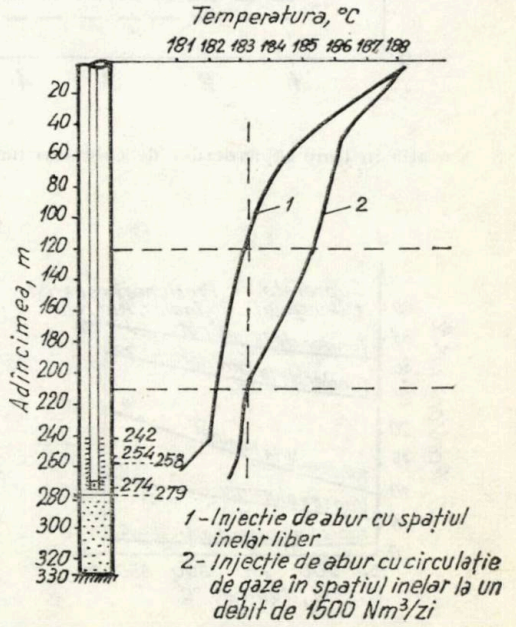


Fig. 5. Variația temperaturii în țevile de extracție ale unei sonde în timpul injecției de abur saturat.

de-al doilea caz pierderile de căldură din sondă în formaţiunile traversate au fost mai mici, iar în stratul productiv s-a introdus abur de o calitate mai bună.

O şi mai bună reducere a fluxului termic din sondă în formaţiunile traversate se poate obţine utilizînd, împreună cu injecţia menţionată de gaze în coloană, şi acoperirea ţevilor de extracţie cu un material termoizolant (ciment, azbest, emailuri, vopsele etc.). Este în curs de pregătire experimentarea la sonde a acestei ultime variante, care devine de o importanţă hotărîtoare la extinderea aplicării injecţiei ciclice de abur la zăcămintele de ţiţei vîscos la adîncimi mai mari (500—800 m).

Concluzii

1. Pierderile de căldură din sondă în formaţiunile traversate, la injecţia ciclică de abur, sînt determinate de un proces termic complex care depinde de un număr mare de factori şi poate fi considerat că are un caracter staţionar în sondă şi un caracter nestaţionar în sol. Dintre aceşti factori majoritatea (caracteristicile geometrice ale sondei, proprietăţile termice ale materialelor din sondă şi ale formaţiunilor traversate etc.) variază puţin la sondele de pe acelaşi zăcămînt şi nu pot fi influenţaţi de către operator.

2. Factorii a căror valoare poate fi influenţată de operator şi prin a căror modificare se pot reduce pierderile de căldură, sînt debitul de injecţie a aburului q şi coeficientul total de transfer termic în sondă U.

3. Prin mărirea debitului de injecţie a aburului pierderile de căldură se pot reduce substanţial. Astfel, pentru cazul considerat, prin mărirea debitului de injecţie de abur de la 3 la 12 t/h, pierderile cumulate de căldură se micşorează de peste 3 ori.

Apare raţional să se utilizeze un debit de injecţie a aburului cît mai ridicat, urmărindu-se ca acesta să nu fie limitat decît de capacitatea instalaţiei de generare a aburului şi de receptivitatea sondei. Se recomandă utilizarea unor generatoare de abur de debit mare şi presiune ridicată care să permită injectarea unor cantităţi mari de abur într-un timp cît mai scurt. Totodată, în acelaşi scop, este util să se execute periodic operaţii de tratare pentru creşterea receptivităţii sondelor faţă de abur.

4. Micşorarea coeficientului total de transfer termic în sondă U conduce la o scădere importantă a pierderilor de căldură. Reducerea acestui coeficient se poate realiza prin menţinerea unei perne de gaze în spaţiul inelar dintre ţevile de extracţie şi coloana de exploatare. În acest scop se poate etanşa spaţiul inelar cu ajutorul unui packer sau se poate injecta un mic debit de gaze în spaţiul inelar concomitent cu injecţia de abur prin ţevile de extracţie, procedeu în curs de experimentare cu rezultate favorabile la cîteva sonde din Schela M din România. În modul acesta se poate obţine o valoare de 12,5 kcal/h · m² · °C pentru coeficientul U care, aşa cum arată calculele efectuate cu datele considerate în anexa 1, permit o micşorare de circa 6 ori a pierderilor zilnice de căldură.

5. Un foarte bun efect în reducerea pierderilor de căldură se poate obţine prin luarea de măsuri simultane privind, atît mărirea debitului de injecţie a aburului, cît şi micşorarea coeficientului U. Pentru exemplul considerat în anexa 1, în modul acesta pierderile cumulate de căldură se micşorează de la 51 la 4 mil. kcal, respectiv de peste 12 ori. Această micşorare este ilustrată în figura 1 de trecerea din punctul A de pe curba 2 în punctul B de pe curba 4.

Ing. **I. Talpeş**

Aerajul parţial în cazul metodei de exploatare cu subetaje scurte

I. Consideraţii generale

Ca urmare a ritmului de dezvoltare a industriei extractive, implicit şi a extracţiei de substanţe minerale utile feroase şi neferoase, în ultimul timp, pe lîngă întreg ansamblul măsurilor tehnico-organizatorice luate, s-a trecut la aplicarea şi extinderea unor metode de exploatare cu productivitate mărită.

Astfel, la o serie de întreprinderi miniere a început să fie generalizată metoda de exploatare cu subetaje scurte, iar în cazul I. M. Moldova Nouă se experimentează mărirea înălţimii subetajului la 6 şi 15 m.

În general, s-a căutat ca la panourile la care s-a aplicat această metodă să nu se execute lucrări suplimentare de deschidere şi pregătire. Astfel, extinderea metodei de exploatare cu subetaje scurte a avut loc pe scheletul deja existent al unor lucrări de deschidere şi pregătire.

În această situaţie au început să apară o serie de probleme mai dificile, legate în special de transport şi aerajul parţial al fronturilor de lucru, iar la unele exploatări chiar de asigurarea aerajului general pentru diluţia gazelor de pe trasee în perioada împuşcării evantaielor.

Dificultăţile ivite în privinţa aerisirii fronturilor de lucru sînt legate de faptul că dacă pînă la extinderea metodei cu subetaje cantitatea de exploziv care se împuşca odată la un abataj nu depăşea decît în cazuri mai deosebite 20 kg, în prezent această cantitate ajunge destul de frecvent la peste 100 kg.

Analizînd posibilităţile de realizare a aerajului parţial la metoda de exploatare cu subetaje se constată :

- secţiunile suitorilor existente nu permit montarea tuburilor de aeraj cu diametrul mai mare de 300 mm în condiţiile menţinerii integrale a funcţionalităţii lor ;
- dotarea cu instalaţii de aeraj parţial a întreprinderilor este axată, în special, pe mijloace obişnuite de aeraj, constînd din tuburi de aeraj cu diametrul de 300 mm şi ventilatoare VP-300 sau VE-1,1 mai rar VP-400 ;
- debitele de aer care circulă prin circuitele de aeraj ale abatajelor, aflate sub depresiunea generală a minei, în cazul unui volum mare de gaze rezultate la împuşcare, nu asigură în timp util diluţia acestora sub concentraţii nepericuloase.

Avînd în vedere cele de mai sus, aerisirea fronturilor de lucru la metoda de exploatare cu subetaje nu se poate realiza în maximum 30 minute. În aceste condiţii reîntoarcerea muncitorilor în front, în condiţii de securitate deplină, este legată de determinarea unui timp optim de aerisire, funcţie de capacitatea instalaţiei de aeraj şi cantitatea de exploziv împuşcată odată.

II. Calculul duratei de aerisire a frontului în cazul metodei de exploatare cu subetaje scurte

II.1. Pornim de la criteriul de calcul stabilit de C.C.S.M. Petroşani a parametrilor funcţionali ai instalaţiei de aeraj parţial avînd la bază formula :

$$Q_v = \frac{Q_f}{1 - K_0 LD\frac{R_0}{2}} \text{ m}^3/\text{min}$$

unde :

Q_v este debitul ventilatorului ;
Q_f — debitul la front ;
D — diametrul coloanei ;
L — lungimea coloanei de aeraj ;
R_0 — rezistenţa aerodinamică unitară ;
K_0 — coeficientul unitar de pierdere.

Din această formulă rezultă că debitul de aer la front este :

$$Q_f = Q_v\left(1 - K_0 LD\frac{R_0}{2}\right), \text{ m}^3/\text{min} .$$

Valoarea debitului Q_v o cunoaştem în funcţie de tipul ventilatorului existent la front. Rezistenţa aerodinamică unitară caracteristică unor tuburi metalice deformate şi oxidate, cu diametrul de 300 mm, este :

$$R_0 = 1{,}07 \text{ kμ/m}$$

iar coeficientul unitar al pierderilor de aer prin neetanşeităţi se caracterizează prin trei valori :

$K_{01} = 10^{-3}$ — pierdere mare, calitatea îmbinării slabă ;
$K_{02} = 5 \cdot 10^{-4}$ — pierdere admisibilă, calitatea îmbinării satisfăcătoare ;
$K_{03} = 10^{-4}$ — pierdere fără importanţă, calitatea îmbinării bună.

În acest caz formula debitului de aer la front devine $Q_f = f(L)$ şi este o funcţie de lungime a coloanei de aeraj.

Dînd lui L diferite valori, pentru un Q_v cunoscut, se obţine o familie de trei curbe de variaţie a debitului din front funcţie de lungimea coloanei de aeraj, pentru cele trei valori diferite ale coeficientului unitar al pierderilor prin neetanşietăţi.

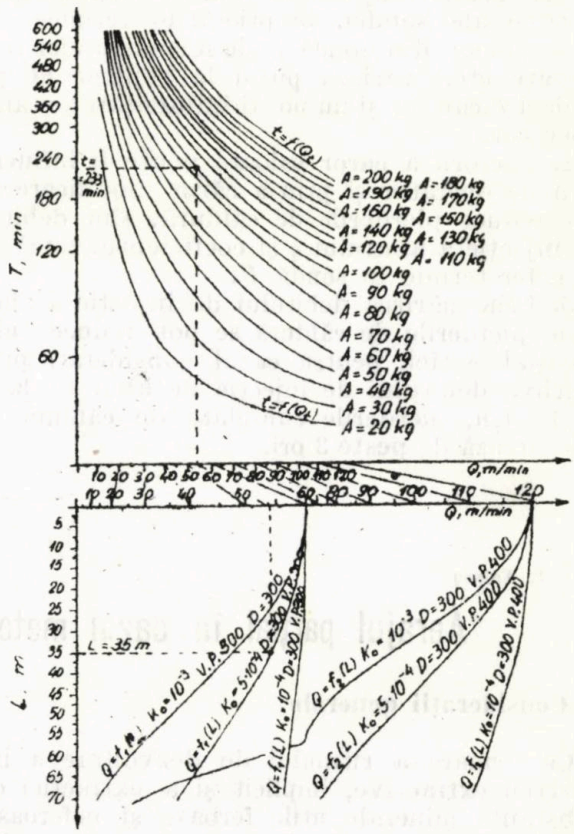


Fig. 1. Calculul timpului de aerisire a frontului la metoda de exploatare cu subetaje scurte.

În felul acesta într-un sistem de referinţă $Q_f - L$ se pot obţine familiile de curbe ale variaţiei debitului funcţie de lungimea coloanei de aeraj, pentru diferite tipuri de ventilatoare.

Astfel, în figura 1 (jos) este reprezentată funcţia $Q_f = f(L)$ pentru un ventilator tip

VP-300 cu $Q_v = 60$ m³/min și tip VP-400 cu $Q_v = 120$ m³/min cu diametrul $D = 300$ mm.

II.2. Debitul de aer necesar în frontul de lucru, funcție de cantitatea de exploziv utilizată la o împușcare în cazul aerajului aspirant se determină cu relația cunoscută :

$$Q_f = \frac{c}{t}\sqrt{A \cdot S \cdot L_1}, \text{ m}^3/\text{min}$$

unde :

A este cantitatea de exploziv ;
S — secțiunea lucrării ;
L_1 — lungimea de împrăștiere a gazelor ;
t — timpul de aerisire.

Rezultă că :

$$t = \frac{c}{Q_f} A \cdot S \cdot L_1, \text{ min} \cdot$$

Deci $t = f(Q_f)$.

Procedînd la reprezentarea grafică a acestei funcții, într-un sistem de axe rectangular t și Q_f (fig. 1 sus), pentru valori ale cantității de exploziv folosite la împușcare $A = 10, 20, 30, \ldots 200$ kg se obține de asemenea, o familie de curbe care ne indică variația timpului de aerisire a frontului funcție de debitul de aer din front aspirat de ventilator Q_f și cantitatea de exploziv A folosită la împușcare.

II.3. Alipind cele două reprezentări grafice și trasînd liniile de corespondență a scărilor debitelor se obține o nomogramă pentru determinarea rapidă a timpului de aerisire a unui front de lucru, în funcție de următoarele elemente cunoscute :

— tipul ventilatorului ;
— lungimea instalației de aeraj parțial și diametrul tuburilor de aeraj ;
— calitatea îmbinării și etanșării ;
— cantitatea de exploziv ce se împușcă odată.

II.4. Exemplu de calcul. La un abataj cu subetaje se împușcă, la un ciclu normal de lucru, cantitatea de exploziv $A = 100$ kg.

Instalația de aeraj parțial are următorii parametri :

— tipul ventilatorului VP-300 ;
— diametrul coloanei de aeraj $D = 300$ mm ;
— lungimea coloanei de aeraj $L = 35$ m ;
— calitatea îmbinării și etanșării satisfăcătoare $K_0 = 5 \cdot 10^{-4}$.

Pornind de pe ordonată cu valoarea $L = 35$ m, se trasează o dreaptă paralelă cu axa absciselor pînă la intersectarea curbei $K_0 = 5 \cdot 10^{-4}$. Din punctul de intersecție se ridică o verticală și se determină pe abscisă valoarea $Q_f = 54$ m³/min a debitului.

Urcînd de-a lungul liniei de corespondență a debitului de 54 m³/min se localizează acest debit pe axa absciselor din partea superioară a nomogramei. Din acest punct se ridică o verticală pînă la intersecția cu curba $A = 100$ kg. Din punctul astfel determinat se duce o dreaptă orizontală determinîndu-se, pe axa ordonatelor timpul minim de aerisire necesar, în cazul nostru de 218 minute.

La citirea pe scara timpului trebuie avut în vedere faptul că scara este variabilă și sexazecimală.

Considerații finale

Prin simplitatea ei diagrama este deosebit de utilă personalului tehnic din exploatări la întocmirea dispozițiilor de împușcare, în vederea determinării, cît mai operative, a timpului de aerisire a fronturilor de lucru.

Cîteva recomandări cu privire la efectuarea operației de împușcare la metoda de exploatare cu subetaje :

— în legătură cu stabilirea timpului de aerisire a frontului se recomandă ca debitul de aer aspirat din front să se verifice periodic prin măsurători directe cu anemometrul ;
— dispoziția de împușcare se va completa cu rubrici cuprinzînd cantitățile de exploziv care se împușcă odată și timpul de aerisire a frontului ;
— dacă curentul de aeraj general de pe circuitul abatajului este subdimensionat, este necesar ca pe perioada aerisirii abatajului să se recurgă la dirijarea suplimentară (cu ușile din prelate) a curenților învecinați, pentru asigurarea diluției gazelor de împușcare ;
— în cazul cantităților mai mari de exploziv și la abatajele la care evacuarea gazelor ridică anumite probleme, este bine ca avizul pentru intrarea în front să fie dat de către o echipă de salvatori care controlează frontul ;
— înlocuirea treptată a ventilatoarelor VP-300 și VE-1,1 cu ventilatoare VP-400, iar dacă profilele lucrărilor de deschidere și pregătire permit (în special suitorii), să se generalizeze tuburile de aeraj cu diametrul de 400 mm și ventilatoare cu debite mai mari ;
— la împușcarea evantaielor să se mențină capul coloanei de aeraj la distanța de 2 m de paravanul de protecție.

Este necesar să stea în atenția întreprinderilor miniere și a institutelor de cercetare și proiectare, pentru rezolvare, următoarele probleme :

- adoptarea unor profile de suitori care să permită montarea unor coloane de aeraj cu diametre mai mari ;
- realizarea unor familii de ventilatoare cu gamă mai largă a parametrilor funcționali ;
- menținerea legăturii cu orizontul de cap la toate panourile în care se aplică metoda de exploatare cu subetaje ;
- autorizarea minerilor șefi de schimb ca aertificieri și admiterea ajutorilor mineri în front în timpul operației de încărcare cu exploziv a frontului ;
- precizări în N.T.S. privind controlul fronturilor de lucru de către artificier, după împușcare, avînd în vedere că, în general, intrarea în front se face pe alt schimb decît cel în care s-a făcut împușcarea.

Ing. D. Ionescu — C.C.S.M. Petroşani

Folosirea lămpii de siguranţă cu benzină tip Sadu 3 ca detector de gaze

Generalităţi

Situaţia actuală la minele din România, privind dotarea cu aparatura necesară controlului gazelor din subteran, este corespunzătoare, în sensul că există şi se folosesc curent, potrivit regimului de degajare a metanului, în special manometre Auer 302 şi 402, interferometre SI3 şi SI5 şi Zeiss M10 metanometre cu funcţionare automată SS-2, lampa de siguranţă cu benzină (ultimul tip Sadu 3), centralele telegrizumetrice (CTT 63-40, AMT 3).

Desigur că inconvenientele care survin la controlul cu lampa de siguranţă cu benzină, comparativ cu celelalte detectoare aflate în uz, sînt categoric mai mari şi anume :

— indicaţiile sînt imprecise (se bazează pe aprecierea subiectivă a înălţimii aureolei flăcării) ;

— gradul de antigrizutanţă nu este suficient de ridicat, deoarece prin spargerea sticlei, găurirea sitelor — neetanşeităţi ce pot apărea la garnituri, posibilitatea înroşirii sitelor în urma lăsării lămpii să ardă în atmosferă cu metan — se creează situaţii în care caracterul de siguranţă al lămpii este compromis ;

— greutatea, forma şi poziţia ce trebuie păstrată în timpul transportului şi măsurării gazelor constituie dificultăţi în subteran.

Cu toate inconvenientele pe care le prezintă, lampa de siguranţă cu benzină poate fi considerată ca un ajutor preţios la controlul stării atmosferei deoarece, în limitele 1,5—5% CH_4, dă indicaţii suficient de precise, permite determinarea prezenţei bioxidului de carbon şi a conţinutului de oxigen din aer. Se menţionează că au fost multe accidente umane cauzate de prezenţa în cantităţi mari a bioxidului de carbon sau de insuficienţa oxigenului şi în consecinţă lampa cu benzină îşi justifică încă necesitatea utilizării ca detector de gaze.

Pe lîngă cele relatate mai sus, trebuie arătat că lampa, comparativ cu toate celelalte aparate, este un detector automat de gaze şi reclamă una dintre cele mai puţin costisitoare întreţineri, precum şi existenţa unui personal cu pregătire de nivel elementar.

Lampa de siguranţă cu benzină a cercetătorului englez Davy, construită în 1815, a suferit multe îmbunătăţiri, toate urmărind eliminarea deficienţelor şi creşterea preciziei în funcţionare. Astfel, în etapa actuală, după construcţiile LMS-1 şi LMS-2 s-a ajuns la varianta lampa de mină Sadu 3 (LMS-3), pe care o vom prezenta în cele ce urmează.

I. Descrierea lămpii LMS-3

Comparativ cu lampa „Sadu 2", modelul „Sadu 3" prezintă elemente constructive şi funcţionale noi după cum urmează (fig. 1) :

— forma rotundă a fitilului *7* şi tubului limitator de flacără *9* ; în acest fel sînt evitate alungirile accidentale ale flăcării care pot conduce la supraîncălzirea lămpii sau la spargerea sticlei *11* ; fitilul se reglează din lămpărie, astfel că lampa poate funcţiona cel puţin 10 ore ;

— sistemul de aprindere tip cremalieră *28*, care prezintă principalul avantaj că lampa poate fi aprinsă numai de posesorul cheii ;

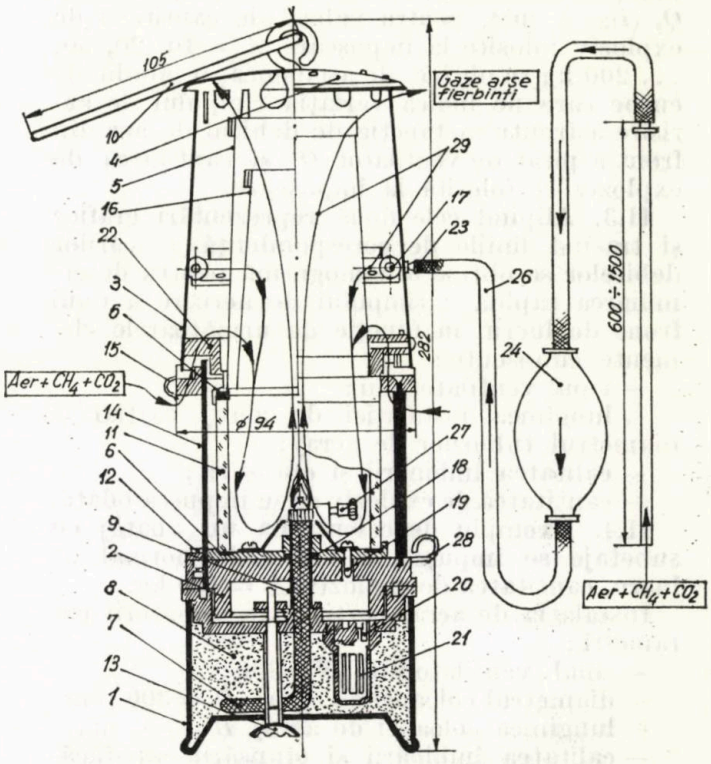


Fig. 1. Lampă de siguranţă cu benzină tip Sadu 3 — detector de gaze. (Secţiune longitudinală) :

1 — corp bazin benzină (rezervor) ; *2* — capac bazin ; *3* — manta tronconică de protecţie ; *4* — capac manta ; *5* — sită exterioară ; *6* — garnitură cîncherit ; *7* — fitil rotund ; 8 — vată ; *9* — tub limitator flacără ; *10* — cirlig ; *11* — sticlă ; *12* — dispozitiv de zăvorîre magnetică ; *13* — rozetă de manevrare a tubului limitator flacără ; *14* — tijă mobilă de blocare ; *15* — registru obturator ; *16* — sită interioară ; *17* — inel distribuitor aer aspirat ; *18* — garnitură etanşare ; *19* — şurub M4 ; *20* — orificiu de umplere cu buşon de închidere ; *21* — tub filtru (vată nehigrofilă ; *22* — inel filetat ; *23* — racord pentru dispozitiv de aspiraţie ; *24* — pară de cauciuc (pompă de mînă) ; *25* — sondă simplă sau telescopică ; *26* — furtun de cauciuc ; *27* — dispozitiv de aprindere (brichetă) ; *28* — cremalieră de acţionare a reper. *27* ; *29* — traseele de intrare şi ieşire a gazelor.

— eliminarea sitei inferioare, deci a unei zone prin care s-ar fi putut transmite flacăra în exterior ;

— inelul distribuitor al aerului aspirat *17*, prin orificiile sale, permite introducerea ames-

tecului de gaze în lampă cu ajutorul racordului *23*, sondei *25* şi perei de cauciuc *24* şi respectiv registrul obturator cu orificii *15*, pe la partea superioară a sticlei; obturatorul în poziţia deschis permite accesul aerului atunci cînd nu se colectează probe cu sonda şi para de cauciuc şi invers, în poziţia închis, opreşte accesul liber al amestecului de gaze;

— mantaua de protecţie *3*, uşor conică, are rolul de a proteja sitele *5* şi *16* de loviri şi de a facilita dirijarea amestecului de gaze (aer + CH_4 + CO_2) şi a gazelor fierbinţi *29*, conform săgeţilor din schema lămpii.

Dintre caracteristicile mai importante ale lămpii „Sadu 3" se menţionează: greutatea în stare alimentată 2,2 kg (200 g benzină); înălţimea normală a flăcării 20 mm (la care temperatura de încălzire a sitei exterioare *5* nu depăşeşte 195°C); durata de ardere, 11 ore; benzina utilizabilă conform STAS 45-63; flacăra cu înălţime variabilă şi fitil rotund fix; dimensiuni de gabarit: înălţimea 282 mm şi diametrul maxim 94 mm.

II. Controlul gazelor în subteran

Aprinderea lămpii se face prin manevrarea rapidă spre interior a cremalierei detaşabile *28*, după ce aceasta în prealabil a fost trasă afară circa 40 mm. Prin frecarea rotiţei de scăpărat de piatră, se produc scîntei care vor aprinde fitilul îmbibat cu benzină. Pentru ca aprinderea să se realizeze uşor trebuie respectate următoarele:

— atmosfera din interiorul lămpii să fie lipsită de gaze de ardere şi de vapori de benzină, eliminarea acestora putîndu-se face prin introducerea de aer curat cu pompa de mînă *24*;

— partea superioară a fitilului să nu fie carbonizată sau uscată.

Lampa cu benzină, prin funcţionarea sa continuă, avertizează asupra situaţiei gazelor din atmosferă. De aceea, practic, lampa trebuie să ardă continuu. Sînt totuşi situaţii cînd se impune stingerea ei. În cazul unei stingeri normale, lampa se ridică la înălţimea ochilor şi, prin manevrare în sus a tubului limitator, flacăra se va stinge de la sine. Este interzisă stingerea lămpii în atmosfera cu metan peste 2%. În cazurile de forţă majoră, în care se întrevede pericolul de supraîncălzire a sitelor, lampa se va coborî foarte uşor la vatra lucrării şi va fi înăbuşită cu o haină.

Cu privire la manipularea lămpii se face menţiunea că, prin însăşi construcţia sa, trebuie mai întîi ferită de lovituri. În timpul controlului orice mişcare trebuie făcută lent fără bruscare sau şocuri, cu menţinerea lămpii permanent în poziţia verticală.

Lampa de siguranţă cu benzină „Sadu 3" poate fi folosită ca detector de oxigen (O_2), bioxid de carbon (CO_2) şi metan (CH_4) — principalele gaze existente în atmosfera subterană. Este de reţinut faptul că lampa nu poate fi folosită decît pentru controlul gazelor, nu şi pentru iluminat. Încercările de etalonare a lămpii „Sadu 3" au condus la importanta concluzie ca acest detector să fie folosit numai cu:

— flacăra normală, cu înălţimea de 20 mm la controlul O_2 şi CO_2;

— flacăra micşorată, cu înălţimea de 2 mm, la controlul CH_4.

Se atrage atenţia asupra faptului că, la controlul oricăror gaze, se va închide inelul obturator în cazul folosirii pompei de mînă şi a sondei simple sau telescopice *25*.

Lampa „Sadu 3" a fost etalonată în atmosferă grizutoasă de către C.C.S.M. Petroşani, într-un stand care permite reproducerea condiţiilor din subteran, făcînd posibilă şi variaţia după dorinţă a concentraţiei de metan din amestecul inflamabil. De asemenea, oxigenul a fost menţinut permanent peste 19% vol. şi controlat cu oximetrul. Observarea vizuală şi fotografierea înălţimii aureolei flăcării s-a făcut pentru concentraţiile constante realizate în stand de 1, 2, 3, 4 şi 5% CH_4, de la starea de repaus a amestecului gazos pînă la viteze de aer similare celor din lucrările de deschidere, pregătire şi exploatare.

Controlul oxigenului este posibil în oricare punct accesibil al atmosferei subterane. Experimentările efectuate cu lampa „Sadu 3" au arătat că la 19—20% vol. O_2, intensitatea de iluminare a flăcării normale se reduce cu circa o treime, în comparaţie cu arderea care are loc în atmosfera cu conţinut obişnuit de oxigen (20,95% vol.). Flacăra lămpii se stinge la 16,5—17,5% O_2, fapt care indică retragerea imediată şi necondiţionată a personalului aflat în astfel de zone.

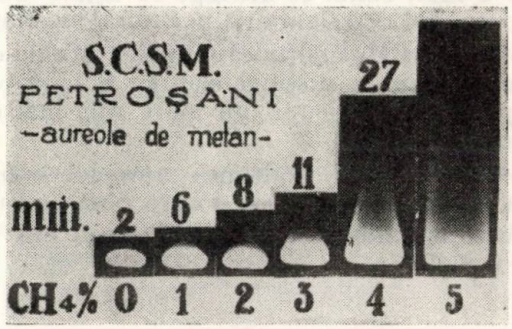


Fig. 2. Fotograma cu aureolele de metan la concentraţiile de 1—5% val. CH_4.

Controlul bioxidului de carbon se va efectua, în special, la părţile inferioare ale lucrărilor miniere, deoarece în aceste puncte se acumulează gazul din cauza densităţii mai mari faţă de aer (1,53). Încercările au arătat că la reducerea intensităţii de iluminare a flăcării cu o treime, bioxidul de carbon este în jur de 2,5%

vol. iar între 3,5 şi 4,5 % vol. CO_2 lampa „Sadu 3" se stinge.

Controlul metanului are la bază criteriul comparării aureolei de metan formată deasupra celei iniţiale a vaporilor de benzină cu fotograma obţinută la standul de încercări pentru conţinuturile de 1, 2, 3, 4 şi 5 % vol. CH_4 (fig. 2). Acest sistem se consideră ca fiind suficient de practic şi de aceea s-a considerat ca foarte indicată echiparea fiecărei lămpi de siguranţă cu benzină cu o astfel de fotogramă care permite oricărei persoane ce controlează atmosfera subterană să aprecieze mai corect conţinutul procentual de metan.

Prezenţa metanului este indicată de o calotă conică de culoare albăstruie, ceva mai luminoasă decît cea datorată vaporilor de benzină, şi aflată deasupra acesteia din urmă. În timpul controlului sursele de iluminare din zonă vor fi mascate sau stinse. Controlul metanului se va face înainte de intrarea la locul de muncă începînd de la 20 m de acesta, ţinînd lampa în poziţie verticală la înălţimea ochilor şi cu flacăra micşorată (obturatorul va fi în poziţia „DESCHIS"). Din loc în loc se va executa controlul pe verticala locului de măsurare, începînd de jos în sus, cu mare atenţie în sensul că lampa se va deplasa încet, evitîndu-se balansarea sau lovirea ei.

La aprecierea conţinutului procentual de metan se va ţine seama de următoarele (fig. 2) :

— la 1 % CH_4, aureola atinge o înălţime de circa 6 mm care, în condiţiile de apreciere vizuală, ce depind de starea ochiului celui ce măsoară, este greu perceptibilă şi practic nu se poate conta pe indicaţiile lămpii ; în domeniul 1,5—2 % CH_4 flacăra devine concludentă, evidenţiind în mod absolut prezenţa metanului ;

— la 2 % CH_4 înălţimea aureolei este de circa 8 mm, conul se distinge ceva mai bine şi se poate conta cu siguranţă pe indicaţiile lămpii ?

— la 3 % CH_4 înălţimea aureolei este de circa 11 mm, conul se distinge clar, iar flacăra poate fi apreciată că ocupă un sfert din înălţimea sticlei ;

— la 4 % CH_4 înălţimea aureolei este de circa 27 mm, cu un con foarte bine conturat, flacăra ocupînd aproape două treimi din înălţimea sticlei ;

— la 5 % CH_4 aureola capătă o formă tronconică şi se extinde pînă la ciurul lămpii pe o înălţime care nu poate fi măsurată din cauza mantalei de protecţie ;

— lampa se stinge în atmosferă cu 5,5 pînă la 6,5 % metan, de multe ori observîndu-se desprinderea aureolei de la fitil şi continuarea arderii numai în ciur.

În cazul în care trebuie determinată prezenţa metanului în cuiburi, pînze subţiri (2—15 cm), în găuri sau crăpături etc., se va utiliza pompa de mînă şi sonda telescopică (fig. 3). avîndu-se grijă ca inelul obturator să se afle în poziţia „ÎNCHIS" (I). Lampa se menţine la nivelul ochilor cu mîna stîngă, iar cu mîna dreaptă se aspiră prin sondă şi pompă amestecul aer-metan din locul controlat. În timpul pompării se urmăreşte alungirea aureolei de metan pînă la stabilizarea ei la o anumită înălţime. Înălţimea observată şi reţinută în memorie se compară cu aureolele de pe fotogramă

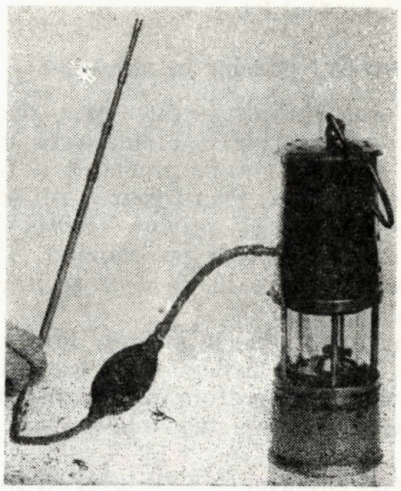


Fig. 3. Aspectul general al lămpii de siguranţă cu benzină tip Sadu 3 (LMS 3).

(fig. 2), determinîndu-se astfel valoarea conţinutului procentual de metan. Numărul de pompări este în funcţie de lungimea sondei şi a furtunului de legătură (de ex. pentru o sondă de 1 m şi un furtun de 0,5 m sînt necesare cinci pompări astfel ca amestecul de gaze din lampă să fie eliminat şi înlocuit cu proba nouă de gaze).

Ing. L. Szemeti

Folosirea căruciorului de perforare la săparea galeriilor de la hidrocentrala Lotru

Excavarea într-un termen determinat a aducțiunilor secundare de la nord, sud și vest de rîul Lotru, care însumează circa 125 km, a ridicat una din cele mai presante probleme constructorilor hidrocentralei.

Se evidențiază faptul că aducțiunile sînt amplasate la altitudini mari, în locuri foarte izolate, rar călcate de picior de om. Volumul imens de muncă — prevăzut în proiectul de amenajare a complexului hidroenergetic — se putea realiza în termenul prevăzut, numai printr-o mecanizare superioară a muncii, aceasta fiind extinsă și asupra operației de perforare. Se urmărea reducerea esențială a duratei și îmbunătățirea randamentului. În acest scop s-au introdus la săparea aducțiunilor secundare, cărucioarele de perforat Tamrock, tipul Minirondo MR 500 pentru secțiuni reduse (6 — 12 m²).

La scurt timp după utilizarea cărucioarelor de perforat, delegați ai firmei Tamrock — unitate a întreprinderii Oy Tammpella AB din Finlanda — s-au prezentat la hidrocentrală și au verificat minuțios modul de exploatare și comportare a fiecărui utilaj. Autorul articolului a luat parte la această acțiune și a avut prilejul de a observa funcționarea utilajului de la începutul utilizării lui.

În vederea folosirii căruciorului Minirondo cu randament optim, precum și pentru cunoașterea elementelor constructive, a fost invitat un grup de persoane interesate îndeaproape de exploatarea cărucioarelor de perforat Tamrock, de la fabrica constructoare din Tampere, Finlanda. Membrii delegației, pe lîngă o complexă documentare, au avut ocazia să vadă și acest tip de utilaj în exploatare, la o mină de minereuri.

Fabrica din Tampere este profilată pentru producerea gamei complete de utilaje de perforat, de la cărucioare cu un număr variabil de brațe, sondeze autopropulsate, pînă la jumbo-uri pentru tunele cu secțiune mare.

Pe șantierele hidrocentralei Lotru, unul din cărucioarele de perforat se utilizează la lotul Olteț, unde se execută perforarea tronsonului Ungurelu — Mușetoiu cu lungimea de 4,1 km. La capătul opus al tronsonului, la punctul de lucru Mușetoiu, funcționează, de asemenea, un cărucior de perforat. Roca este formată din grano-gneis cu un coeficient de tărie $f = 9 - 10$. Profilul aducțiunii este de 6,6 m², cu secțiunea în formă de potcoavă, alungită pe verticală. La fiecare operație de perforare, căruciorul, deplasîndu-se pe linia ferată, este împins de o locomotivă Diesel, din fereastra aducțiunii pînă în fața frontului de lucru. Distanța de deplasare a ajuns pînă la 1 160 m. Lungimea unui atac este de 2,8 m. Burghiele utilizate sînt de la firma SECO (Franța), fiind executate dintr-un oțel superior, corespunzător parametrilor de funcționare a perforatorului. Capul burghiului are forma de daltă, cu inserție de aliaj dur.

Găurile de mină sînt paralele. Pentru îmbunătățirea ruperii, se perforează cîte 2 — 3 găuri de sîmbure cu diametru mare, de 75 mm care nu se încarcă. Schema de împușcare prevede un număr de 43 găuri. Perforarea frontului durează două ore. În cazul traversării unei zone cu o rocă deosebit de dură, durata perforării s-a prelungit la dublul timpului obișnuit. Atacul pregătit se dislocă aproape în întregime.

Operația de perforare, prin utilizarea căruciorului Minirondo, a devenit, dintr-o activitate cu mare consum de timp, operația cu durata cea mai scurtă.

Folosirea utilajului se caracterizează prin: exploatare sigură la orice tărie a rocii, productivitate foarte ridicată, menținerea unui microclimat igienic, reducerea personalului executant de forare și executarea perforării în condiții bune de confort.

Părțile componente ale căruciorului Minirondo sînt următoarele:

- Perforatorul ES 300 Corona, cu rotație independentă.
- Dispozitivul de avans KS 50 A, pentru burghie de 3,2 m lungime.
- Două brațe, suporturi pentru dispozitivele de avans, cilindrii de rotire și ventile de comandă.
- Automatul paralel — brevetat — care cu ajutorul unui cilindru hidraulic realizează perforarea paralelă a găurilor.
- Pupitrul de comandă.
- Ansamblul hidraulic H.V.G.
- Dispozitivul central de ulei.
- Epuratorul de aer.
- Generatorul cu aer comprimat, care produce curent la tensiunea necesară instalației de iluminat.
- Picioarele stabilizatoare hidraulice.
- Ventilul de impuls pentru automatul care permite oprirea perforatorului imediat după perforarea găurii de mină, schimbă agentul de spălare (apa cu aerul) și readuce perforatorul în poziția inițială.

Perforatorul ES 300 are următoarele caracteristici:

Cursa	38 mm;
Lovituri pe minut	3 000;
Greutate	80 kg;
Bucșă hexagonală port burghiu	1″ × 159 mm;
Presiunea recomandată de aer	6—7 atm;
Presiunea recomandată de apă	4—5 atm;
Consum de lubrifiant	250—350 g/h.

Gabaritul nu este mai mare decît la perforatoarele cu clicheți; — viteză de perforare ridicată, moment de rotație mare, consum de aer redus urmare a principiului original de construcție — Tamrock, insensibil la orice fel de suprasolicitare.

Gabaritul căruciorului de perforat este următorul:

Lungimea totală	7 700 mm;
Lungimea brațului de la axa de rotire	4 000 mm;
Înălțime	2 050 mm;
Lățime	1 330 mm.

Mobilitatea brațului la 45°, în exterior la fiecare braț.

Pentru avans se folosește un motor puternic cu piston acționat cu aer. Sistemul de comandă a motorului dispune de o supapă — brevetată — pentru reducerea presiunii, ceea ce permite o comandă variabilă continuă a presiunii la avans precum și de o supapă de direcție care comandă deplasarea perforatorului în ambele sensuri. Pentru mersul înainte sînt prevăzute două furtunuri, unul pentru avansul burghiului, iar celălalt pentru mișcarea rapidă în cazul folosirii tijelor prelungitoare. Toate ventilele de comandă ale avansului se pot grupa într-o poziție de comandă aparte.

La un manometru se poate citi continuu presiunea de avans. Prin aceasta se realizează obținerea randamentului optim de perforare la fiecare tip de rocă.

Ansamblul hidraulic al căruciorului se compune dintr-un rezervor de ulei cu o capacitate de 40 l, un motor de aer comprimat, o pompă și un microfiltru.

Capacitatea de vehiculare a pompei ajunge la 6 l/min, la presiunea de 140 kp/cm².

Picioarele stabilizatoare hidraulice HM 40 și HM 75 servesc la obținerea unei poziții orizontale, absolut stabile, fără vibrații.

Se remarcă faptul că tot personalul, începînd cu minerii care exploatează căruciorul de perforat și pînă la mecanicii care execută lucrările de întreținere ale acestuia, sînt mulțu-

miţi de comportarea utilajului şi adaptarea lui la condiţiile galeriilor de aducţiune.

În concluzie, se poate afirma că utilizarea cărucioarelor Minirondo constituie o soluţie corespunzătoare pentru mecanizarea perforării la săparea galeriilor şi tunelurilor cu secţiune redusă. Aria de perforare are un diametru de 5 m; căruciorul posedă un dispozitiv automat pentru forarea găurilor paralele şi se poate roti cu 360°. Căruciorul are un perforator cu rotaţie independentă şi se poate folosi în profile de 1,8 × 1,8 m. Construcţia utilajului este simplă, robustă şi sigură. Deservirea se face de un manipulant şi un ajutor pentru amplasarea găurilor; manevrarea lui nu necesită un efort deosebit, iar cheltuielile de exploatare sînt reduse.

Pe tronsonul Ungurelu-Muşetoiu, ca şi pe celelalte tronsoane, s-a obţinut, în general, o avansare de 150 m/lună, în condiţii de profil bine executat.

ŞTIRI

Studiul metodelor de exploatare a cărbunelui în S.U.A.

Institutul Battelle din S.U.A. întreprinde un studiu aprofundat asupra mijloacelor fezabile cele mai economice, în vederea satisfacerii normelor de igienă, protecţia muncii şi a mediului înconjurător, precum şi pentru găsirea căilor pentru îmbunătăţirea condiţiilor de lucru a minerilor şi creşterea productivităţii în minele de cărbune. Studiul se bazează pe cercetări care se efectuează în laboratoarele Columbus.

Institutul Battelle arată că problema care este urmărită de studiu este modul în care pot fi îmbunătăţite rezultatele metodelor subterane de exploatare a cărbunelui în S.U.A. astfel ca ele să ajute ţara ca vastele rezerve de cărbune să devină surse de energie mai eficiente. Studiul, care va dura cinci ani, constituie o parte din programul energetic Battelle în care institutul a angajat 25 mil. dolari din propriile sale fonduri, în scopul de a găsi soluţii cu termen apropiat pentru situaţia energetică critică a Statelor Unite. Studiul operaţiilor miniere din subteran cuprinde: îmbunătăţiri ale elementelor specifice activităţii de exploatare a cărbunelui, cum sînt utilajele pentru tăierea cărbunelui, procedeele de manipulare a materialelor, aerajul minier, dirijarea presiunii rocilor, programe pentru pregătirea personalului, realizarea de metode diferite pentru punerea de acord a acestor elemente în diferite tipuri de mine subterane, în vederea creşterii productivităţii în mod eficient; demonstrarea unor metode îmbunătăţite de exploatare a cărbunelui în condiţii reale de lucru în mină şi pregătirea de caracteristici (standarde, norme) pentru îmbunătăţiri tehnologice care ar fi recomandabil să fie realizate pe termen lung. În ce priveşte progresele în cercetare, acestea vor fi aduse la cunoştinţă întreprinderilor miniere, reprezentanţilor sindicali, agenţiilor guvernamentale şi constructorilor de utilaje de către specialiştii institutului Battelle. Se remarcă faptul că acest studiu are loc în condiţiile în care productivitatea în subteran a scăzut la mai puţin de 12 t/om zi faţă de 15,6 t/om zi în anul 1969. În trecut cercetcrea şi dezvoltarea pentru exploatarea cărbunelui în subteran a fost concentrată asupra fiecărui element al problemei în parte. Acum s-a ajuns la concluzia că cea mai bună cale de cercetare este studierea întregului sistem pentru a se determina cum poate fi îmbunătăţit acest sistem şi elementele sale care se întrepătrund. Studiul este concentrat în trei domenii: factorii umani, factorii de engineering şi utilaje şi engineering şi sisteme industriale.

Cercetarea factorilor umani va cuprinde studii asupra amenajării, selectării şi pregătirii minerilor. Studiul va căuta cele mai bune căi pentru construcţia şi funcţionarea utilajelor, cu luarea în considerare a factorilor umani. Alţi factori care vor fi examinaţi cuprind iluminatul, aerajul, zgomotul şi vibraţia în operaţiile miniere. Factorii privind construcţia şi cercetările legate de utilaje vor include studii pentru îmbunătăţirea tehnologiei legate de construcţia, siguranţa în funcţionare, protecţia, întreţinerea şi folosirea utilajelor miniere şi a mijloacelor pentru manipularea materialelor. De asemenea vor fi examinate efectele operaţiilor miniere asupra mediului înconjurător şi a factorilor geologici ai minelor. Cercetările privind engineeringul industrial şi de sisteme se vor ocupa împreună de principalele variabile de sistem şi vor analiza influenţa lor asupra unor indicatori ai sistemului, cum sînt productivitatea, protecţia muncii şi preţul de cost.

Specialiştii de la institutul Battelle vor observa şi analiza cîteva obiective miniere din S.U.A. şi Europa şi vor urmări experimentări în producţie la cîteva mine din S.U.A. În plus, în scopul îmbunătăţirii operaţiilor miniere vor fi purtate discuţii cu reprezentanţii agenţiilor guvernamentale (ministerele) respective, asociaţiile comerciale, proprietarii de mine, uniunile sindicale şi constructorii de utilaje.

Prima parte a studiului, compus din patru părţi, va costa 360 mii dolari. Întregul program de cercetare se aşteaptă să coste circa 2,5 mil. dolari.

Mining Journal, 20 sept. 1974, p. 241

O nouă metodă pentru extracţia rezervelor de petrol din nisipurile bituminoase din Athabasca, Canada

Prima demonstraţie cu un nou procedeu chimic pentru extracţia pe scară largă a petrolului din regiunea Athabasca din Canada cu vaste rezerve de nisipuri bituminoase a fost făcută recent la New York în faţa unui grup de directori de companii petroliere de către Guardian Chemical Corporation.

În cîteva minute petrolul a fost separat din nisipurile bituminoase prin agitarea lor într-o soluţie chimică specială. În cîteva luni va începe la Edmonton, Alberta, funcţionarea unei staţii pilot cu noua metodă, care este sprijinită financiar de un consorţiu canadian pentru finanţarea exploatării petrolului.

Elementul cheie al procedeului este produsul Polycomplex o substanţă chimică realizată la început cu scopul de a dispersa revărsările de petrol pe mare şi care s-a dovedit, deosebit de eficace la lichidarea revărsării majore de la Santa Barbara, California. S-a scos în evidenţă faptul că se cere doar o soluţie diluată de Polycomplex în apă pentru extracţia petrolului din nisipuri şi că soluţia se poate folosi din nou prin reciclare. Se afirmă că metoda poate extrage 95% bitumen din nisipuri bituminoase de bună calitate, faţă de o extracţie de 85—88% realizată cu metodele cu apă fierbinte şi abur.

O instalaţie la scară normală folosind procedeul cu Polycomplex ar putea produce 20 tone petrol/zi la un preţ de cost cuprins între 60—70 dolari/t fără impozite către stat.

Într-o serie de unităţi mari rotative nisipurile bituminoase urmează să fie agitate cu apă şi soluţia chimică la circa 60°C. Cînd s-a terminat operaţia de agitare stratul superior se pompează în rezervoare de sedimentare, din care petrolul se evacuează prin pompare pe măsură ce acesta se ridică spre suprafaţă. Unităţile rotative se reîncarcă automat cu nisip saturat cu petrol pentru a repeta ciclul după curăţirea nisipului din bazine şi haldarea lui. Astfel sistemul este de fapt un procedeu continuu-discontinuu.

În prezent, doar o mică cantitate de petrol a fost extrasă de pe o suprafaţă de 76 800 km² cu nisipuri bituminoase, ale căror rezerve sînt estimate la 8,1 mrd tone, în comparaţie cu toate rezervele subterane de petrol din Arabia Saudită evaluate la numai 2,3 mrd tone.

CIM Bulletin, iulie 1974, p. 182

Instalaţia mobilă Marconaflo pentru transportul materialelor solide sub formă de şlam

Firma Marcona Corporation din S.U.A., a realizat o instalaţie mobilă de mare capacitate pentru încărcarea şi descărcarea unor cantităţi mari de concentrate, sterile şi alte materiale asemănătoare, care sînt produse în industria minieră. Denumit Dynajet Model 2000, noul utilaj poate fi transportat la locul unde se află depozitat materialul cu ajutorul unui treiler împreună cu pompa de apă de înaltă presiune, motorul hidraulic de acţionare şi acţionările pentru dirijarea instalaţiei. Utilajul poate fi folosit cu succes pentru transportul sterilelor de minereuri cuprifere, concentrate de fier şi cupru şi aragonit. În principal, instalaţia constă dintr-o capsulă din oţel cilindrică în care sînt montate o serie de dispozitive cu jeturi patentate, o pompă de noroi, un eductor şi o unitate hidraulică. La început jeturile sînt orientate vertical pentru a executa o excavaţie în material, apoi ele sînt orientate orizontal pentru a tăia lateral materialul şi a forma o tulbureală care poate fi pompată şi vehiculată prin conductă la locul de descărcare dorit. Există mai multe modele care acoperă capacităţi de la 1 500 l/min la 15 000 l/min.

Mining Journal, 20 sept. 1974, p. 241

Metodă de împuşcare suedeză cu aprindere neelectrică şi securitate mărită

Firma suedeză Nitro Nobel AB a lansat pe piaţă un nou sistem de aprindere neelectrică a explozivilor care se afirmă că elimină accidentele paralel cu simplificarea radicală a operaţiilor de împuşcare. Sistemul este imun la curenţii electrici, vagabonzi şi electrostatici din atmosferă, unde radio şi radar, şocuri şi alte fenomene capabile să iniţieze o explozie accidentală într-un sistem electric.

Noul sistem denumit Nonel, se compune dintr-o amorsă explozivă obişnuită, un soclu transmiţător cu bloc de conexiuni şi un tub Nonel de lungime corespunzătoare. Tubul este din material plastic transparent cu un diametru exterior de 3 mm. Peretele interior este căptuşit cu pulbere reactivă în concentraţie mică. Unda de şoc este produsă cu o puşcă de iniţiere de construcţie specială şi se propagă prin tub pînă cînd pătrunde în amorsa explozivă sub formă de flacără care aprinde amorsa. Sistemul Nonel este în circuit închis, fiecare gaură perforată fiind deservită de o unitate Nonel separată, şi printr-o simplă operaţie manuală fiecare unitate este legată la precedenta. Impulsul de aprindere odată iniţiat se transmite de la o unitate la alta prin blocul de legătură. Mai multe fronturi pot fi legate şi aprinse în paralel. Deoarece sistemul este neelectric nu se cere nici un instrument de verificare. Unităţile Nonel se livrează în saci de material plastic cu cîte 10 unităţi cu amorse avînd intervale de întîrziere identice.

Mining Journal, 27 sept. 1974, p. 267

Pompă pentru medii cu acţiune corozivă ridicată

Pompa suedeză tip Weda S150 electro-submersibilă din oţel inoxidabil este destinată transportului de lichide cu coroziune ridicată cum sînt acidul azotic, sulfuric şi clorhidric sau amoniacul, în care se găsesc suspensii solide pînă la 5 mm. Pompa poate fi lăsată să funcţioneze fără supraveghere timp îndelungat iar pe timp limitat poate funcţiona şi fără lubrefiant fără să se avarieze. Printre caracteristicile pompei se remarcă calitatea superioară a materialului din care este confecţionată, motorul este protejat, are un demaror încorporat şi întreţinerea este minimă; se livrează pentru curent monofazat de 110 şi 240 V sau trifazat la 145 V.

Mining Journal, 20 sept. 1974, p. 243

Comunicaţii radio în puţuri

În bazinul carbonifer Campine (Belgia) există la mai multe puţuri aparate de comunicaţii prin radio. Acestea se folosesc, în special, în schimbul de noapte cînd se transportă utilaje grele sub colivie, pentru montarea cablurilor în puţ, pentru repararea sau înlocuirea cablurilor de semnalizare sau pentru alte lucrări de întreţinere.

Sînt aparate care se pot purta ca lămpile de cap şi care lucrează cu frecvenţa de 27 MHz, alimentarea făcîndu-se de la o baterie de 13,6 V. Cablul purtător de unde care se montează în lungul puţului este cu două fire de plumb sau sub formă de cablu plat bifilar. Lungimea maximă pe care se face transmisia, între camera maşinii de extracţie şi baza puţului, este de 850 m.

Sînt şi aparate fixe care lucrează în combinaţie cu aparatele portabile, cu frecvenţa de 146 sau 174 MHz; aparatele fixe sînt alimentate la 220 V, iar cele purtătoare la 12 V. Cablul purtător de unde este fixat la colivie.

La mina Beringen sînt două aparate SE 18 construite de firma Autophon, care lucrează cu frecvenţa de 171, 15 MHz, cu ajutorul cărora se poate comunica fără cablu purtător de unde de la camera maşinii de extracţie pînă la 10 m de la rampa inferioară a puţului, pe distanţă totală de 879 m.

Mining Magazine, aug. 1974, p. 140

Industria minieră a republicii Ghana

Economia republicii Ghana se bazează în principal pe producţia de cacao, care reprezintă 25% din producţia mondială. Industria minieră este dezvoltată în partea de sud a ţării şi constă din exploatări de aur, diamante, minereu de mangan şi bauxită, a căror producţie intervine cu 3% în produsul social, dar cu 20% la export. Ghana se situează pe locul al VI-lea în ce priveşte producţia de aur şi este cel mai important furnizor de diamante pentru industrie, după Zair. Producţia de aur în anul 1972 a fost 22,5 t, conţinutul mediu de aur al minereului fiind 16,1 g/t. Circa 75% din aur provine din filoane cu cuarţ, circa 20% din conglomerate, iar restul din aluviuni. Producţia de diamante, în anul 1972, a fost de 2,4 mil. carate şi provine în cea mai mare parte din exploatări la zi. Ghana posedă mai multe zăcăminte de bauxită, lateritice, cu grosimea între 3—12 m. Cel mai important zăcămînt care se exploatează conţine circa 32 mil. t rezerve cu 50—55% Al_2O_3. În anul 1973 producţia zilnică a fost 1500 t concentrate de bauxită din carieră. Exploatarea existentă de minereuri de mangan are o durată scurtă din cauza rezervelor reduse. Se mai produce sare prin evaporare din apa de mare şi calcar pentru fabricarea cimentului.

Erzmetall, nr. 10, 1974, p. 495

Producţia mondială de Litiu

După Departamentul Energiei, Minelor şi Resurselor din Canada producţia probabilă de litiu în anul 1972 a fost următoarea (în tone scurte):

S.U.A.	7 800
U.R.S.S.	1 750
Rhodesia	1 750
R. P. Chineză	700
R. Sud-Africană	500
Brazilia	215
Australia	64
Mozambic	32
Portugalia	32
Argentina	21

Erzmetall, nr. 10 .1974, p. 504

Aparate radio pentru comunicare în subteran

La mina Walsum din Ruhr s-au introdus aparatele construite de firma Fernsprech-und Signalbaugesellschaft Schüler — Vershoren, pentru comunicare prin radio. Aparatul constă dintr-un emiţător cuplat printr-un cîrlig la antena formată dintr-un conductor oarecare şi un receptor, care lucrează cu frecvenţa de 253 kHz. Capsula aparatului poate servi pentru recepţie sau emisie, după poziţia pe care o are comutatorul. Pentru alimentarea cu curent a aparatului se foloseşte o baterie cu acumulatoare Ni-Cd, suficientă pentru 8 ore.

Glückauf nr. 20, 17 oct. 1974, p. 811

Susţinere mecanizată pentru strate cu înclinare mare

Firma Hemscheidt împreună cu institutul Bergbau-Forschung GmbH din R. F. Germania a construit noi elemente de susţinere în formă de scut pentru strate cu înclinare peste 30g. S-au grupat cîte trei elemente de susţinere (fiecare element avînd doi stîlpi), care sînt prevăzute cu o traversă de

4,5 m, care servește pentru deplasarea grupului de 3 elemente denumit „Troika". Traversa este legată mecanic cu elementul din mijloc și prin cilindrii împingătoarelor cu elementele de la extremitate. Susținerea este independentă față de transportor, însă urmează deplasarea acestuia ; se poate folosi pînă la înclinarea de 70g. S-a experimentat într-un abataj de 200 m lungime, din care 75 m susținut cu noul scut, într-un strat de 1,6—1,8 m grosime și 30g—42g înclinare. S-a obținut o productivitate în abataj de 8,397 t/post (producție valorificabilă), față de 7,157 t/post cît s-a realizat cu stîlpi hidraulici și grinzi Vanwersh și 5,451 t/post cu susținere obișnuită în formă de scut. Lucrările în abataj s-au desfășurat normal ; urmează ca după o funcționare de un an a elementelor de susținere să se facă un calcul economic.

Glückauf, nr. 20, 17 oct. 1974, p. 821

Descoperirea unui important cîmp petrolifer în largul coastelor Braziliei

Un cîmp petrolifer de proporții mari a fost descoperit recent în largul coastelor Campos din statul brazilian Rio de Janeiro. Această descoperire a venit la timpul oportun pentru a da Braziliei o oarecare autonomie în producția de petrol la sfîrșitul acestui deceniu. În prezent Brazilia importă trei sferturi din cantitatea de petrol consumată, ceea ce se traduce printr-un deficit al balanței comerciale de 3,2 mrd dolari (față de deficitul total de 4,5 mrd dolari). În general, pe baza actualelor zăcăminte de țiței exploatate, se apreciază că nici actualul nivel de producție modest nu s-ar fi putut menține decît cîțiva ani, însă prin descoperirea actualului zăcămînt marin, avînd o capacitate anuală de producție estimată la 15 mil. tone, ca și rezervele probabile din statele Alaguas, de Rio Grande do Norte și de Sergipe din nord-est (10 mil. t/an) se estimează că începînd cu anul 1980 Brazilia va putea acoperi trei sferturi din consumul de petrol cu resurse proprii.

Pétrole informations, nr. 1335, anul 1974, p. 18

Un nou zăcămînt de cupru în Chile

La aproximativ 40 km nord de Chuquicamata (cea mai mare mină de cupru din Chile) s-a descoperit, de curînd, un alt zăcămînt important de cupru, într-o zonă situată la înălțimea de 4000 m, cu numele Abra. Zăcămîntul aflorează la suprafață și s-a verificat continuitatea lui pînă la 500 m adîncime. După primele evaluări zăcămîntul are o rezervă de 400 mil. t minereu cu 1,2—2,2% Cu. Pentru exploatarea acestui zăcămînt sînt însă necesare importante lucrări de acces în munții Anzi care vor dura mult timp.

Glückauf, nr. 22, 1974, p. 924

Zăcăminte de uraniu în Grönlanda

Pe coasta de vest a Grönlandei, la Kvanefjeld, se va deschide în viitorii șase ani o exploatare de uraniu, cu o rezervă de 16 000 t minereu bogat de uraniu și o rezervă mai mare de minereu sărac. Acest minereu este destinat pentru prima centrală nucleară care se va construi în Grönlanda, pînă în anul 1980, cînd va trebui să intre în funcțiune.

Glückauf, nr. 22, 1974, p. 924

Extragerea uraniului din apa de mare

Anglia, Uniunea Sovietică, R.F. Germania, Republica Sud-Africană și Pakistanul, folosind schimbătorii de ioni sau absorbația, au reușit să izoleze uraniul conținut în apa de mare. Institutul de tehnologie industrială din Japonia, efectuînd lucrări de cercetare la Shikoku, în vestul țării, pentru recuperarea litiului din apa de mare, examinează diferitele metode posibile pentru extragerea uraniului. Aplicînd un procedeu de absorbție prin oxid de titan, în Japonia s-a ajuns la o extracție de 230 micrograme de uraniu la un gram de absorbant, față de 133 micrograme obținute în Anglia. Se menționează însă că prețul de cost al extracției este oneros datorită cantităților enorme de apă de mare care trebuie tratată.

Industrie Minérale, nr. 12, 1973

O nouă specie minerală „lodevita"

Zăcămîntul uranifer din bazinul permian de la Lodève (Franța) este caracterizat, din punct de vedere mineralogic, printr-o mare diversitate a compușilor de uraniu. Pe lîngă minereurile primare (pehblendă și cofinită) se găsesc 15 minereuri uranifere secundare, adesea sub formă de molibdați arseniați și vanadați.

În ultimul timp s-a identificat un nou mineral în unele fisuri ale stratelor superioare de Autun, care corespunde formațiunilor celor mai ridicate ale bazinului. Acest mineral numit lodevit este un arseniat hidratat de uraniu și de zinc cu formula $Zn\ (UO_2)_2\ (AsO_4)_2\ 8-12\ H_2O$.

Cristalele de lodevit sînt tabulare și aparțin sistemului pătratic. Comportarea optică, biax negativă indică anumite anomalii care evocă o simetrie ortorombică. Acest mineral este prima specie uraniferă cunoscută în care zincul este un constituent major.

Industrie Minérale, nr. 12, 1973

Un nou aparat laser în construcție antigrizutoasă

Firma Siemens A.G. din Erlangen, care fabrică de cîțiva ani aparate laser antigrizutoase, a construit recent aparatul tip DLG 68, cu o greutate de numai 2,5 kg. Acest aparat care servește pentru orientarea direcției galeriilor și pentru alte lucrări de topografie minieră poate fi manipulat cu mîna sau folosit ca aparat fix prin suspendare. Alimentarea cu curent se face de la o baterie de 12 V (cu celule NiCd), în construcție antigrizutoasă ; de asemenea aparatul poate fi alimentat de la rețea la tensiunea de 500 sau 220 V. Bateria permite o funcționare a aparatului pe timp de 8 h. Aparatul se folosește în special pentru menținerea direcției la săparea galeriilor și puțurilor, pentru corectarea direcției transportoarelor cu bandă sau a frontului de abataj la tăierea cu plugul de cărbune.

Erzmetall, nr. 11, 1974, p. 558

Inginerul Vasile Plasiciuc

La 1 februarie 1975 s-a stins din viață inginerul Vasile Plasiciuc care, timp de aproape 35 ani a lucrat fără întrerupere în bazinul carbonifer Valea Jiului.

S-a născut în anul 1909. A urmat studiile ca bursier și a absolvit școala Politehnică din Timișoara în anul 1937, primind diploma de inginer de mine cu calificativul „Foarte bine". Ca inginer a îndeplinit la început funcția de șef de sector minier, apoi și-a continuat activitatea în cadrul instalației de preparare de la Petrila. A condus pentru cîtva timp unitatea de proiectări miniere din Valea Jiului, serviciul de coordonare a activității preparațiilor și serviciul de control al calității de la combinat.

Bine pregătit profesional, Inginerul Plasiciuc a fost un bun tovarăș de lucru, îndeplinindu-și totdeauna datoria cu mult devotament, fiind apropiat de colaboratorii săi, care îi vor păstra o vie amintire.

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA CĂRBUNELUI PETROŞANI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

PETROŞANI
Str. MIHAI VITEAZU nr. 3
Telefon: 1460 – 1461
Telex : 032514 ICPC

10/11 APR 1 9

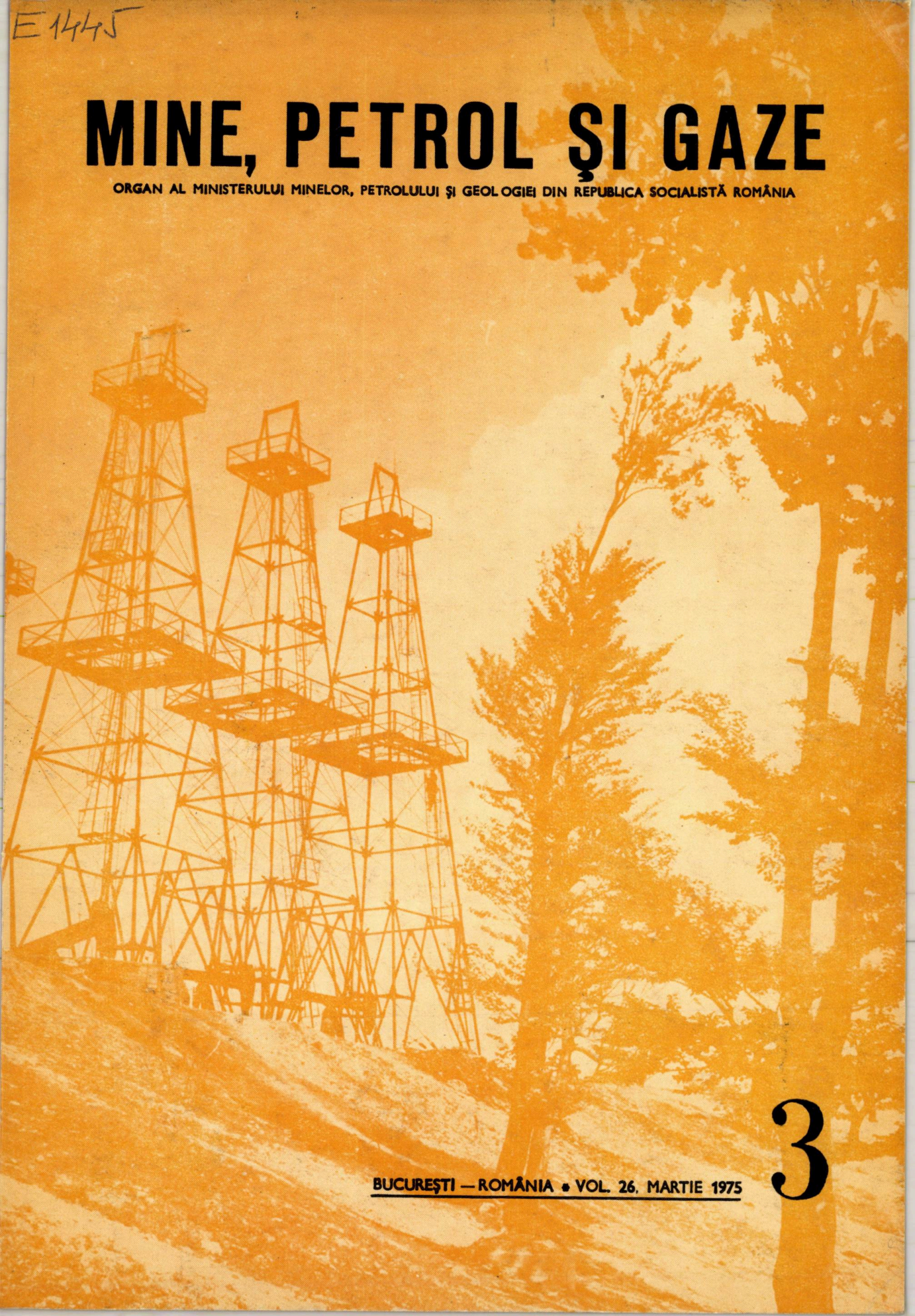
ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE TEHNOLOGICE PRECUM ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTIŢII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA ŞI INDUSTRIALIZAREA

ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE DE MECANIZARE ŞI AUTOMATIZARE A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE, PRECUM ŞI PROIECTE PENTRU UTILAJE ŞI ECHIPAMENTE MINIERE

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



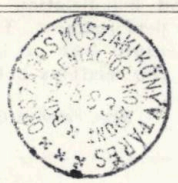
BUCUREŞTI — ROMÂNIA • VOL. 26, MARTIE 1975

3

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI
Nr. 3 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



CUPRINS

Paraschiv, D. şi Cristian, M. **Cu privire la particularităţile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii panonice** 101

Kalmar, I. **Criterii geologice şi tehnico-economice privind optimizarea lucrărilor miniere de suprafaţă** 105

Donos, I. şi Georgescu Maria. **Tentativă de reinterpretare a structurii Săcel (Maramureş) pe baza unor noi date litologo-stratigrafice** 109

Szekely, L., Bara, L. şi Vlaicu, M. **Îmbunătăţirea filtrării suspensiilor caolinoase** 119

Piso, P., Vazian, A. şi Volovei Elisabeta. **Centrifuge şi cercetarea posibilităţii de utilizare a lor în tehnologia de preparare a caolinului de Aghireş** 123

Păsculescu, M. şi Nguyen Quoc Khanh. **Utilizarea instalaţiei BVK-PUE la încercarea echipamentului electric cu siguranţă intrinsecă** 131

Bodnărescu, D. **Consideraţii privind efectul de super-skin** 136

Becleanu, I. şi Ţiplea, V. **Optimizarea calităţii utilajelor — condiţie pentru realizarea sarcinilor de producţie a industriei miniere** 140

INFORMAŢII

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**, *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

C.Z. 550.361

Paraschiv, D. şi Cristian, M. **Cu privire la particularităţile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii panonice**

În partea de sud-est a Depresiunii panonice (Banatul românesc) valoarea medie a gradientului geotermic este de 5,55°C/100 m. Au fost evidenţiate ape hipertermale, atît în partea superioară a fundamentului alterat, cît şi în sedimentarul neogen. Se prezintă anomaliile geotermice legate de dezvoltarea structurii de fundament şi valoarea practică a fenomenului geotermic pentru zona amintită.

Mine, Petrol şi Gaze, vol 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013 :550.822

Kalmar, I. **Criterii geologice şi tehnico-economice privind optimizarea lucrărilor miniere de suprafaţă**

Prin exemple practice de teren se arată necesitatea raţionalizării unor lucrări miniere de explorare, prin optimizarea dimensiunilor şi densităţii acestora, funcţie de scopul urmărit, situaţia geologică şi condiţiile tehnico-economice. Criteriile de optimizare propuse ţin seama de reglementările existente şi sînt demonstrate prin calcule de probabilitate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 551.781

Donos, I. şi Georgescu Maria. **Tentativă de reinterpretare a structurii Săcel (Maramureş) pe baza unor noi date litologo-stratigrafice**

După un scurt istoric al lucrărilor de prospectare prin foraj, începute la sfîrşitul secolului trecut, se prezintă o nouă interpretare a diagrafiilor electrice de foraj pe baza unei hărţi geologice detaliate întocmită recent. Noua corelare arată că zăcămîntul de ţiţei de la Săcel este cantonat în orizontul grezos inferior al eocenului şi nu în oligocen, iar formarea cutelor se datoreşte mişcărilor tectonice plicative.

Mine, Petrol şi Gaze. vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.794.7

Szekely, L. şi Bara, L. **Îmbunătăţirea filtrării suspensiilor caolinoase**

Cercetările efectuate într-un filtru-presă semiindustrial, prin varierea grosimii turtelor de la 16,8 mm la 30,2 mm şi a temperaturii filtratului pînă la 30°C, au condus la creşterea productivităţii filtrelor cu 57%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.771.5

Piso, P., Vazian, A. şi Volovei Elisabeta. **Centrifuge şi cercetarea posibilităţilor de utilizare a lor în tehnologia de preparare a caolinului de Aghireş**

În partea I se trec în revistă centrifugele folosite la prepararea substanţelor minerale utile, parametrii tehnologici şi aspectele teoretice. În partea a II-a sînt prezentate cercetări de laborator şi în fază pilot efectuate cu caolinul de Aghireş în diferite tipuri de centrifuge. Varianta optimă este centrifugarea barbotinei îngroşate care dă produse acceptate de industria ceramicei fine şi chimică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr.3, 1975

C.Z. 622.817

Păsculescu, M. şi Nguyen Quoc Khanh. **Utilizarea instalaţiei BVK-PUE la încercarea echipamentului electric cu siguranţă intrinsecă**

Metodologie nouă şi universală avînd ca principiu folosirea unui amesteci universal de $O_2 + H_2$ în proporţii corespunzătoare valorilor de curenţi minimi de aprindere conform normelor în vigoare şi pentru care s-a elaborat un tabe de echivalenţă. Componenţii amestecului se obţin cu o instalaţie electrolitică tip PUE-1, iar încercarea se realizează într-o cameră cu acţiune rapidă tip BVK-3.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.323

Bodnărescu, D. **Consideraţii privind efectul de super-skin**

Fenomenul apare în zona de strat din jurul sondelor productive avînd ca urmare o importantă micşorare a debitelor de petrol extrase. Explicaţia teoretică este argumentată cu date concrete reprezentate grafic, ceea ce conduce la posibilitatea studierii fenomenului în continuare în vederea prevederii acestuia pentru cazul ţiţeiurilor parafinoase.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013

Becleanu, I. şi Ţiplea, V. **Optimizarea calităţii utilajelor — condiţie pentru realizarea sarcinilor de producţie a industriei miniere**

Dezvoltarea actuală şi de perspectivă a tehnologiilor de exploatare a zăcămintelor şi de preparare a substanţelor minerale utile impune realizarea de utilaje cu caracteristici superioare. Se arată măsurile tehnice necesare (folosirea de oţeluri superioare, repere optimizate) şi relaţiile care trebuie să existe între proiectanţi şi executanţii de utilaje.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

ŞTIRI

Redacţia şi administraţia: Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, Oficiul de informare documentară (O.I.D.), str. Mendeleev nr. 36—38, Bucureşti sectorul I, telefon 330350/138.

CONTENTS

C.Z. 550.361

Paraschiv, D. and Cristian, M. **On the geothermic peculiarities of South Eastern Pannonian Depression**

In the South Eastern zone of the Pannonian Depression (The Romanian Banat) the average value of the geothermic gradient is 5.55°C/100 m. Hiperthermal waters have been made evident both in the upper part of the weathered basement and in Neogen depositions. The geothermic anomalies related to the development of basement structure and the practical value of the geothermic phenomenon for the mentioned zone are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013 :550.822

Kalmar, I. **Geological and technical-economic criteria regarding surface mining work optimization**

With the help of practical field examples the need of rationalization of mining exploration works is shown, by optimization their dimensions and density, as function of purpose, geological state and technical-economic conditions. The proposed optimization criteria meet the present regulations and are demonstrated with the help of probability calculations.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 551.781

Donos, I. and Georgescu Maria. **Re-interpretation tentative of Săcel (Maramureş) structure on the basis of new litho-logical-stratigraphic data**

After a short history of drilling prospecting works initiated at the end of the past century a new interpretation of electric log based on a recent detailed geological map is presented. The new correlation shows that Săcel oil field is situated in the lower sandstone horizon of the Eocen not in the Oligocen, and the folding is due to tectonic movements.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.794.7

Szekely, L. and Bara, L. **Improvement of caolin suspended filtering**

The investigations carried out within a semiindustrial press-filter by changing the thickness of the cake from 16,8 mm up to 30.2 mm and by increasing the filtrate temperature up to 30 °C led to an output raising of the filters with 57%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.771.5

Piso, P., Vazian, A. and Volovei Elisabeta. **Centrifugal separators and the study of their use in the treatment of the Aghireş caolin**

In the 1st part the centrifugal separators used for mineral beneficiation, the technological parameters and theoretical features are reviewed. In the 2nd part lab and pilot plant research works are presented which were performed with caolin of Aghireş in various types of centrifugal separators. The optimum alternative suggested is centrifugal purification of thickened slip resulting suitable products for ceramics and chemical industry.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.817

Păsculescu. M. and Nguyen Quoc Khanh. **Use of the equipment type BVK-PUE for testing intrinseeal electric equipment**

New technique based on the use of a universal $O_2 + H_2$ mixture with a ratio according with the values of minimum firing currents. In agreement with the present standards a conversion table is prepared for this purpose. The components of the mixture are obtained in a electrolitic device type PUE-1 and the test is carried out in a firing chamber type BVK-3.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.323

Bodnărescu D. **On the super-skin effect**

This phenomenon appears within the layer region around the opperating well bore with the result of a significant recovery factor decrease. Some theoretical considerations argued with graphical represented data allow further study of this phenomenon in order to forecast the skinable fields with paraffin-base crude oil.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013

Becleanu I. and Ţiplea, V. **Quality optimization of the equipment as a condition of the achievement of production tasks of the mining industry**

The present and long term applications of technologies in mining working and beneficiation demand to develop equipment with higher performances. The paper shows the necessary technical measure (use of higher quality steel, size optimization) and the relations between desiguers and manufacturers.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

NEWS

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 550.361

Параскив, Д. и Кристиан, М. **Об особеностях геотермического режима юго-восточной части платформы Паннонии**

На юго-восточной части платформы Паннонии (Румынскии Банат) средная величина геотермического градиента равна 5,55°C/100 м. Были выявлены гипертермальные воды, как в верхнеи части выветреннего фундамента, так и в осадочных отложениях неогена. В работе предстовленны геотермические аномалии, связанные с развитием структуры фундамента а также практическая величина геотермического явления для вышеупомянутой зоны.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013:550.822

Калмар, И. **Геологические и технико-экономические критерии оптимизации поверхностных горных работ**

С помощью практических полевых примеров представлена необходимость рационализации некоторых геологическо-разведочных работ путём оптимизации их размеров и их расположения плотности, в зависимости от назначения, геологического положения и технико-экономических условий. Предлагаемые критерии оптимизации учитывают существующие нормативы и были показаны расчетами теории вероятности.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 551.781

Донос, И. и Джеорджеску Мария. **Попытка реинтерпретации структуры Сэчел (Марамуреш) на основе некоторых новых литолого осадочных данных**

После короткого описания геолого-поисковых буровых работ, которые были начаты в конце прошлого века, авторы представляют новый метод интерпретации электрических диаграфий скважин основанный на данные недавно разработанной геологической детальной карты. Новое соотношение показывает, что нефтяное месторождение Сэчела преурочено в нижнем песчанном отложении эоцена и не в олигоцене, а образование складок является результатом тектонических сдвижений.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.794.7

Секеи, Л. и Бара, Л. **Улучшение фильтрации каолиновых суспензии**

Полученные результаты в рамках проведенных полупромышленных исследований показывают, что при изменении толщины лепёшек от 16,8 мм до 30,2 мм и температуры фильтрата до 30°C, производительность фильтров растёт на 57 %.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.771.5

Писо, П., Вазиян, А. и Воловей, Е. **Центробежные фильтры и исследования возможности их использования в технологическом процессе обогощения каолина месторождения Агирешь**

В первой части доклада представлены принципы и технологические параметры центробежных фильтров применяемых для обогащения полезных ископаемых. Во второй части работы представляется лабораторные и полупромышленные исследования, проведенные на пробах каолина из месторождения Агирешь в различных типах фильтров. Лучшие показатели были получены при центрифугировании сгущеной пульпы, получил при этом продукты подходящие для химической промышленности и промышленности тонкой керамики.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.817

Пэскулеску, М. и Нгуен Куок Кан. **Применение установки „БВК-ПУЕ" для испытания электрического взрывобезопасного оборудования**

Представлены новая и универсальная методика основанная на принципе применения „универсальной смеси" ($O_2 - H_2$) в пропорциях соответствующих значениям минимальных токов воспламенения, согласно действующим нормам и для которых была разработана эквивалентая таблица. Составляющие части смеси, получаются с помощью электролитической установки типа „ПУЕ-I", а петытания проводятся в камере с ускоренным проведением процесса типа „БВК-3"

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.323

Боднэреску, Д. **О „супер-скин"-ом эффекте**

Это явление появляется вокруг продуктивных нефтяных скважин в результате чего значительно уменьшаются количества добытой нефти. Теоретическое обяснение аргументируются конкретными данными в виде графика с помощью которого представлена возможность дальнейшего изучения этого явление для парафинных нефтей.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013

Бекляну, И. и Ципля, В. **Оптимизация качества оборудования — важная необходимость для выполнения производительного плана в горной промышленности**

Развитие технологий разработки месторождений и обогащения минеральных полезных ископаемых в ностоящее время а также в перспективном периоде требует создания оборудования с повышенными показателями указываются необходимые технические мероприятия (использование сталей высокого качества, оптимизированные детали и т.д.) и взаимносвязи которые должны быть между проектировщиками и машиностроятелями.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

ИЗВЕСТИЯ

INHALT

C.Z. 550.361

Paraschiv, D. und Cristian, M. **In Bezug auf des geothermische Regime im Süd-Osten der pannonischen Niederung**

Im süd-Östlichen Teil der pannonischen Niederung (im rumänischen Teil des Banat) ist der mittlere Wert der geothermischen Stufe 5,55°C/100 m. Im oberen Teil des verwitterten Fundamentes, sowie auch in der neogenen Ablagerungen wurden hyperthermale Gewässer festgestellt. Es werden die geothermische Abweichungen in Verbindung mit der Entwicklung der Struktur des Fundamentes und des praktischen Wertes des geothermisches Phänomens für die genannte Zone erörtet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013 :550.822

Kalmar, I. **Geologische und technisch-wirtschaftliche Kriterien in Bezug auf die Optimisierung der bergmännischer Arbeiten über Tag**

Durch praktische Beispiele wird die Notwendigkeit der Rationalisierung von bergmännischen Schurfarbeiten durch Optimisierung ihrer Abmessungen und Dichte, sowie auch in Abhängigkeit des zu erziehenden Zwecks, der geologischen und technisch-wirtschaftlichen Bedingungen gezeugt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 551.781

Donos, I. und Georgescu Maria. **Versuch einer neuen Interpretation der Struktur Săcel (Maramureş) aufgrund von neuen lithologisch-stratigraphischen Daten**

Nach einer kurzen geschichtlichen Übersicht der Schurfbohrungen welche Ende des vorigen Jahrhunderts begannen, wird eine neue Interpretation der elektrischen Diagraphien der Bohrungen aufgrund von neuen geologischen Karten dargelegt. Die neuen Abstimmungen zeigen dass die Erdöllagerstätte von Săcel im Sandsteinhorizont des unteren Eozäns und nicht im Oligozän liegt und dass die Faltungen durch tektonischen Bewegungen versucht worden sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.794.7

Szekely, L. und Bara, L. **Verbesserung der Filtrierung von kaolinhaltigen Trüben**

Die in einer Filterpresse durchgeführten Untersuchungen, durch Schwankung der Dicke der Filterkuchen von 16,8 mm auf 30,2 mm und Erhöhung der Temperatur der Trübe bis 30°C haben zum Steigen der Filterkappazität bis 57% geführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.771.5

Piso, P., Vazian, A. und Volovei Elisabeta. **Zentrifugen und Untersuchungen über deren Einsatz in der Aufbereitungstechnologie des Kaolins Aghireş**

Im ersten Teil des Aufsatzes werden die im Aufbereitungsprozess zur Anwendung kommenden Zentrifugen mit ihren technologischen Parametern und ihrer Theorie besprochen. In zweiten Teil wird die Labor- und Pilotuntersuchungen über das Kaolinerz von Aghireş in verschiedenen Zentrifugen angegeben. Die optimale Variante besteht im zentrifugieren der eingedickten Trübe welche in der Feinkeramisch und in der chemischen Industrie angenommen Produkte ergibt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.817

Păsculescu, M. und Nguyen Quoc Khanh. **Einsatz einer BVK-PUE Einrichtung zur Untersuchung von eigensicheren Elektroanlagen**

Eine neue und allgemeine Methode nach dem Grundsatz der Anwendung eines O_2+H_2 Gemenges in den minimalen Zündströmen entsprechenden Proportionen, für welche eine Aequivalenztafel ausgearbeitet wurde. Die Anteile des Gemenges werden in einer Elektrolyseanlage der Type PUE-1 erzielt und die Untersuchung in einer BVK-3 Kammer durchgeführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.323

Bodnărecu, D. **Über den Super-Skin Effekt**

Das Phänomen erscheint im Floz in der Nähe der produktiven Bohrungen und erzeugt bedeutenden Verminderungen der Erdölförderung. Die theoretische Erklärung ist mit konkreten Daten und Diagrammen argumentiert. Durch diese kann das Phänomen hauptsächlich bei parafinösen Oelen untersucht werden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013

Becleanu, I. und Ţiplea, V. **Die Optimisierung der Gerätegüte ist eine Bedingung für die Erfüllung der Produktions aufgaben im Bergbau**

Die gegenwärtige Entwicklung und die Perspektiven der Abbau- und Aufbereitungstechnologien im Bergbau erfordert Geräte mit hochwertigen Kennziffern. Es werden technische Massnehmen (hochwertiges Stahl, bessere Bemessung, u.s.w) genannt und die Beziehungen zwischen Entwerfen und Ausführung besprochen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

NACHRICHTEN

SOMMAIRE

C.Z. 550.361

Paraschiv, D. et Cristian, M. **Sur les particularités du régime géothermique de sud-est de la Dépression pannonique**

Au sud-est de la Dépression pannonique (la région de Banat roumain) la valeur moyenne du gradient géothermique est de 5,55°C/100 m. Des eaux hiperthermales ont été mises en évidence même dans la partie supérieure du fondement altéré, tant que dans le sédimentaire néogène. On présente les anomalies géothermiques liées du développement de la structure de fondement et la valeur practique de ce phénomène géothermique pour la zone mentionnée.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013 :550.822

Kalmar, I. **Quelques critères géologiques techniques et économiques concernant l'optimisation des travaux miniers à ciel ouvert**

Par des exemples practiques en terrain, l'auteur révèle la nécessité de la rationalisation des travaux miniers d'exploration par l'optimisation des leurs dimensions et de leurs densité, en tenant compte du but qu'on poursuit, de la situation géologique et les conditions techniques et économiques. Les critères d'optimisation proposés par l'auteur sont en concordance avec les dispositions en vigueur et sont démontrés par des calculs de probabilité.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 551.781

Donos, I. et Georgescu Maria. **Tentative de réinterprétation de la structure Săcel ((Maramureş) fondeé par des nouvelles données lithologo-stratigraphiques**

Après un bref historique des travaux de prospection par forage, commencés à la fin du XIX-ème siécle, l'article nous présente une nouvelle interprétation des diagraphies électriques de forage fondée sur une carte géologique détaillée et récémment élaborée. Par la nouvelle corrélation on montre que le gisement de pétrole brut de Săcel est cantoné dans l'horizon grèseux inférieur de l'éocène et non dans l'oligocène, tandis que la formation des plis est dûe aux mouvement tectoniques plicatifs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.794.7

Szekely, L. et Bara, L. **L'amélioration de la filtration des suspensions caolineuses**

Les recherches effectuées dans un filtre-presse sémiindusriel, par la variation de l'épaisseur des tourteaux de 16,8 mm à 30,2 mm et par l'augmentation de la température du filtrée jusqu'à 30°C, ont conduit à la croissance de la productivité des filtres avec 57%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.771.5

Piso, P., Vazian, A. et Volovei Elisabeta. **Les centrifuges et l'investigation des possibilités de leurs utilisation dans la technologie de préparation du caolin d'Aghireş**

Dans la première partie de l'article sont présentées en bref les centrifuges utilisées pour la préparation des substances minérales utiles, avec leur paramètres technologiques et leurs aspects théoriques. Dans la deuxieme partie de l'article sont présentées les recherches de laboratoire et en étape de pilote effectuées avec le caolin d'Aghireş en diverses types de centrifuges. La variante optime c'est la centrifugation de la barbotine épaissie qui donne des produits accéptées dans l'industrie de la céramique fine et dans l'industrie chimique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.817

Păsculescu, M. et Nguyen Quoc Khanh. **L'utilisation de l'installation BVK-PUE à l'épreuve de l'équipement électrique à la sûreté intrinsèque**

L'article présente une nouvelle et universelle méthodologie en ayant comme principe l'emploie d'un mélange universel de O_2+H_2 en proportions correspondentes aux valeurs minimes des courants d'allumage conformemment aux normes en vigueur et pour qui on a élaboré un tabel d'équivalence. Les éléments du mélange sont obtenus par une installation èlectrolitique de type PUE-1, tandis que l'épreuve est réalisée dans une chambre à action rapide de type BVK-3.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.323

Bodnărescu, D. **Sur l'effet super-skin**

Le phénomene surgit dans la zone de couche autour des puits productifs conduisant à une importante réduction des débits de pétrole produits. L'explication théorique est argumenté par des données concretes et de représentations graphiques, ce qui nous donne la posibilité d'étudier des aspects nouveaux du phénomène ayant comme but son prévision dans le cas du pétrole brut parafineux.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 3, 1975

C.Z. 622.013

Becleanu, I. et Ţiplea, V. **L'optimisation de la qualité des outillages comme condition pour la réalisation des taches de production dans l'industrie minière**

Le développement actuel et en perspective des technologies de l'exploitation des gisements et de la préparation des substances minérales utiles impose la réalisation des outillages aux caractéristiques superieures. Les auteurs nous présentent des mesures techniques nécessaires (l'emploie des aciers de qualité supérieure et des repères optimisés) et les rélations qui doit exister entre ceux qui projetent les outillages et ceux qui les exécutent.

Mine, Petrol şi Gaze, vol, 26, nr. 3, 1975

NOUVELLES

Dr. geol. **D. Paraschiv** şi ing. **M. Cristian**

Cu privire la particularităţile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii panonice

Într-o lucrare anterioară [6] au fost prezentate caracteristicile regimului geotermic şi valoarea fluxului geotermic în cîmpia de vest a ţării, situată la nord de rîul Crişul Repede.

În articolul de faţă se vor aborda probleme similare, însă pentru zona de la sud de Mureş (Banatul), în scopul obţinerii unei imagini geotermice de ansamblu asupra Depresiunii panonice şi a teritoriului României.

Ca şi sectorul de la nord de Crişul Repede, Banatul se caracterizează prin existenţa unor valori deosebit de ridicate ale gradientului geotermic, comparativ cu alte unităţi structural-faciale din ţara noastră, prin ape termale cu debite şi presiuni mari, înmagazinate în partea superioară a fundamentului alterat, ca şi în depozitele miocene şi pliocene.

Complexul de lucrări geologice şi geofizice efectuate pe marginea de est a Depresiunii panonice a pus în evidenţă o succesiune stratigrafică, separabilă în două mari etaje structurale care, în Banat, constă din:

a. *Etajul structural inferior*, reprezentat prin fundamentul metamorfozat. Acesta este alcătuit din şisturi cristaline în facies mezozonal şi epizonal. Pe bordura de est a depresiunii, fundamentul metamorfozat apare la zi.

b. *Etajul structural superior*, alcătuit din depozite cretacice, paleogene şi neogene. Întrucît sedimentarul din Banat n-a fost traversat în întregime în zona lui de maximă dezvoltare, nu se exclude posibilitatea ca sub Cretacic să existe depozite mai vechi, aparţinînd Jurasicului, Triasicului şi chiar Paleozoicului (Carboniferului), aşa cum sugerează aflorimentele din Munţii Banatului sau datele de sondă din Crişana şi din Iugoslavia.

Cretacicul (superior) îmbracă un facies predominant pelitic (argile şi marne cenuşii) care trece, parţial, în psamite şi psefite, în proporţii din ce în ce mai mari, pe măsură ce se merge către marginea depresiunii. Grosimea depozitelor cretacice poate atinge 900 m, ele ocupînd, de regulă, poziţii structurale coborîte. Cretacicul pare să fie în relaţii de discordanţă cu formaţiunile care îl acoperă.

Paleogenul este reprezentat numai prin Eocen care constă din breccii calcaroase, conglomerate, gresii şi şisturi argiloase, cu o grosime maximă de 300 m. Eocenul a fost întîlnit sub forma unui petic cruţat de eroziune, la sud-est de Timişoara.

Cele mai vechi depozite miocene sînt alcătuite din argile nisipoase cenuşii-verzui sau roşii, cu intercalaţii de pietrişuri şi gresii, în grosime de circa 250 m. Vîrsta lor pare să fie helveţiană, ţinînd seama de similitudinea litofacială cu unele formaţiuni de pe teritoriul Iugoslaviei, datate pe baze paleontologice.

Tortonianul este format dintr-o succesiune de nisipuri, gresii şi marne, cu tufuri şi marne tufacee la partea superioară. Toată această secvenţă, care poate însuma pînă la 400 m grosime, suferă frecvente variaţii de facies.

Sarmaţianul este alcătuit din nisipuri, gresii şi intercalaţii de marne sau marno-calcare, totalizînd o grosime maximă de 700 m. Conţinutul paleontologic indică vîrsta sarmaţiană inferioară şi medie a depozitelor respective.

Pliocenul marchează o importantă transgresiune şi se caracterizează, în general, printr-o monotonie litofacială, în sensul că la partea inferioară se întîlnesc aproape numai pelite, în timp ce la partea superioară predomină psamitele. Grosimea maximă a Pliocenului este de 2 900 m.

În decursul evoluţiei sale, teritoriul Banatului a fost supus denudaţiei în numeroase şi îndelungate etape, ceea ce a dus la îndepărtarea, parţială sau totală, a sedimentarului prepliocen şi la formarea unui relief destul de energic. Nu este exclus ca denudaţia să fi fost dirijată şi chiar stimulată de mişcările scoarţei.

Mişcările care au afectat sectorul de la sud de Mureş al Depresiunii panonice şi unităţile structural-faciale înconjurătoare au avut drept efect imprimarea unui caracter pronunţat disjunctiv tectonicii sedimentarului şi fundamentului acestei depresiuni. În afara numeroaselor falii, de amplitudine şi vîrstă diferită, în Depresiunea panonică mai apar o serie de elemente structurale, formate probabil prin tasare. Aceste structuri majore îmbracă forme şi orientări diferite, în funcţie de configuraţia reliefului preneogen şi, în special, de cea a fundamentului, redată în figura 1. Potrivit acestei schiţe morfostructurale, în configuraţia fundamentului se remarcă trei mari zone de ridicare, adevărate masive muntoase, separate de tot atîtea zone coborîte.

Începînd de la nord la sud, prima ridicare se schiţează în preajma oraşului Arad şi este orientată pe direcţia cursului Mureşului. La sud-est de Arad, cristalinul acestui masiv a fost întîlnit la circa 600 m adîncime s.n.m*). Creasta respectivă coboară substanţial spre vest, astfel că la Nădlac ea ajunge la 2 400 m s.n.m. Ridicarea Arad este delimitată la nord de zona coborîtă Curtici-Sîntana, unde intrarea în şisturile cristaline se estimează la circa 3 000 m s.n.m., iar la sud, de importantul jgheab, Vinga—Variaş — Sînnicolaul Mare, care coboară de la 1 200 la circa 3 000 m.

Următorul „masiv muntos" este cel de la Seceani — Calacea — Satchinez — Sandra. La

*) s.n.m. = sub nivelul mării.

Seceani, fundamentul Depresiunii panonice a fost întîlnit la circa 200 m s.n.m., el coborînd spre vest pînă la 2 500 m, în preajma localităţii Sandra. Către sud această ridicare este mărginită de o largă şi complicată zonă depresionară

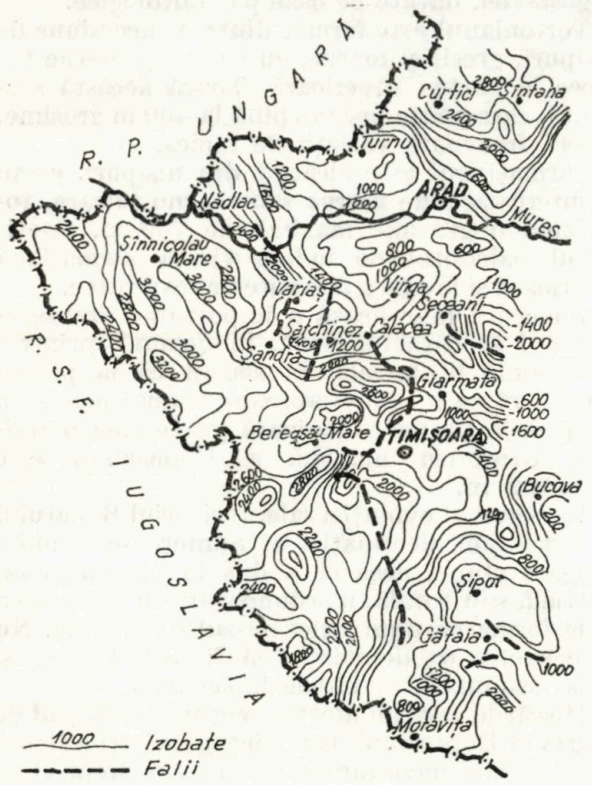


Fig. 1. Schiţă cu izobate la intrarea în fundamentul metamorfozat (după Tr. Ichim ş.a., 1966).

al cărei ax se situează pe linia localităţilor Giarmata — Beregsăul Mare. Aici şisturile cristaline au fost găsite între 1 200 şi 2 800 m adîncime s.n.m.

Cea de-a treia mare ridicare este orientată nord-est—sud-vest, între localităţile Bucova, Sipet şi Moraviţa. În cadrul acestui masiv, izobatele la intrarea în fundament variază între 200 şi 1 400 m.

Toate elementele majore amintite prezintă numeroase apofize, complicaţii şi detalii morfostructurale, cu implicaţii în distribuţia şi grosimea sedimentarului prepliocen şi în aranjamentul structural al depozitelor neogene.

Intensificarea activităţii de foraj, mai ales în regiunile Sandra — Calacea, Arad — Turnu şi Teremia, a permis acumularea unui însemnat număr de date privind temperatura în adîncime. Din volumul de informaţii obţinut, pînă în prezent au fost prelucrate 250 măsurători de temperatură în regim stabilizat, efectuate în acelaşi timp cu înregistrarea presiunilor de strat.

În tabelul 1 sînt prezentate valorile de temperatură determinate la adîncimea medie a perforărilor (pe nouă structuri cercetate), valorile

Tabelul 1

Structura	Adîncimea medie a perforărilor, m	Temperatura medie, °C	Gradient geotermic, °C/m·10⁻²	Treapta geotermică, m°/C	Temperatura estimată la 2 000 m s.n.m., °C
Turnu	914	68	6,35	15,7	141
Calacea	1 017	77	6,66	15,2	147
Satchinez	1 445	91	5,60	17,8	127
Sandra	1 780	108	5,50	18,2	124
Giulvăz	1 630	86	4,65	21,5	109
Variaş	1 950	111	5,2	19,3	119
Teremia	2 125	110	4,7	21,2	110
Valcani	2 155	113	4,8	20,9	111
Cherestur	2 372	121	5,1	20,4	109
Media	1 710	98	5,15	19,5	121

medii ale gradientului geotermic, precum şi treptele geotermice medii, calculate conform metodologiei utilizate şi pentru sectorul de nord al Depresiunii panonice [6].

Analiza datelor figurate în tabelul 1 oferă posibilitatea să se constate o concordanţă perfectă între variaţia temperaturilor (în valori stabilizate) de pe toate cele nouă structuri cercetate şi adîncime, aşa cum reiese din figura 2.

Cu aceleaşi date din tabelul 1 s-a construit şi o schiţă cu izogeoterme pentru adîncimea de 2 000 m s.n.m. Această schiţă, redată în figura 3, scoate în evidenţă tendinţa de creştere a temperaturilor de la vest către est, în acelaşi sens cu tendinţa de ridicare regională a fundamentului

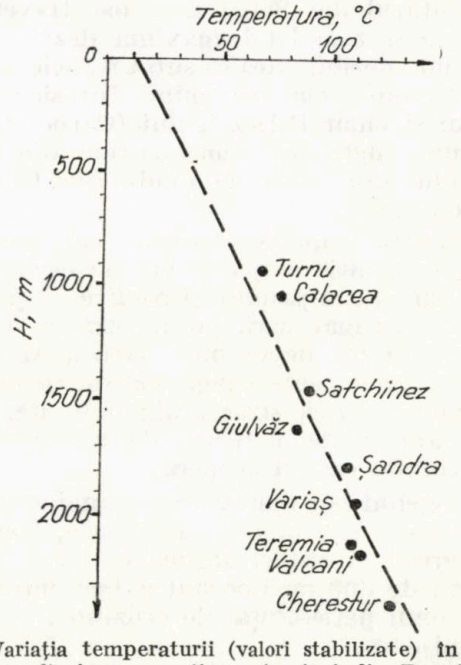


Fig. 2. Variaţia temperaturii (valori stabilizate) în raport cu adîncimea pe cîteva structuri din Banat.

metamorfozat. Pe fondul regional de creştere a temperaturilor către est se remarcă o serie de inflexiuni (anomalii) ale izogeotermelor, valo-

rile maxime de temperatură suprapunîndu-se „masivelor muntoase" îngropate, iar valorile minime — zonelor depresionare. Sectoarele cu cei mai ridicaţi gradienţi de temperatură corespund ridicărilor Arad — Turnu şi Seceani —

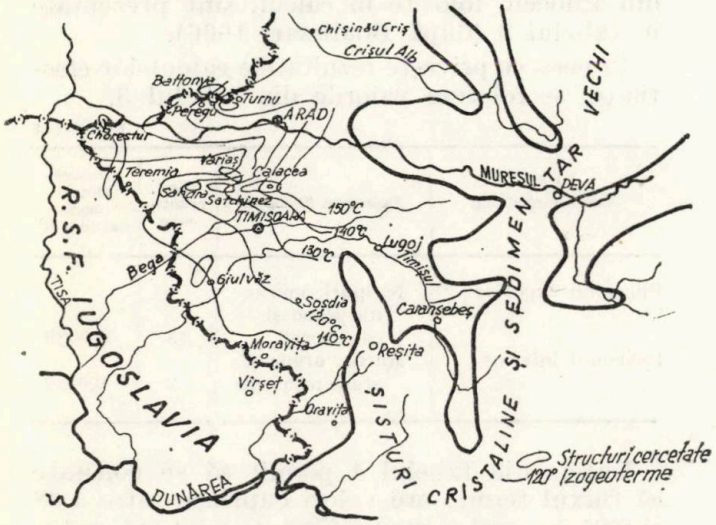


Fig. 3. Schiţă cu izogeoterme la 2 000 m s.n.m., zona sud-estică a Depresiunii panonice.

Calacea — Sandra, în timp ce valori mai mici trădează zonele Curtici — Sîntana şi Vinga — Sînnicolaul Mare, unde fundamentul de şisturi cristaline coboară foarte mult şi suportă o cuvertură mai groasă de depozite.

În ceea ce priveşte larga şi complicata zonă afundată Giarmata — Beregsăul Mare, izogeotermele n-o pun prea bine în evidenţă, aceasta probabil şi din cauza volumului redus de date.

Pentru structurile Calacea, Satchinez, Sandra şi Variaş, unde s-a dispus de un număr mare de puncte de observaţie, s-a construit şi o hartă de detaliu cu izogeoterme, de asemenea la 2 000 m s.n.m. Această hartă este redată în figura 4. Pe acelaşi fond regional de creştere a gradientului de temperatură, de la vest către est, harta respectivă pune în evidenţă o serie de anomalii geotermice pozitive care se suprapun zonelor de ridicare maximă a fundamentului. Schimbarea orientării anomaliilor de maxim geotermic se datoreşte unor accidente tectonice transversale în apropierea localităţii Satchinez, care separă sectorul Sandra — Satchinez, cu zone de maxim orientate est—vest, de sectorul Calacea—Satchinez caracterizat prin direcţii nord-est — sud-vest. În ceea ce priveşte anomalia şi, în acelaşi timp, structura Variaş, aceasta constituie o „ramură"a „masivului muntos" Calacea——Sandra.

Aşa cum s-a mai menţionat, valorile medii ale temperaturilor stabilizate, estimate la adîncimea de 2 000 m s.n.m. în sectorul sud-estic al Depresiunii panonice, sînt substanţial diferite de valorile obţinute, la adîncimi similare, pe alte structuri cercetate în diferite unităţi geologice majore din România. Această situaţie comparativă este prezentată în tabelul 2.

O primă concluzie care se desprinde din examinarea datelor figurate în tabelul 2 este aceea a caracteristicilor geotermice foarte apropiate dintre sectoarele nordic şi sudic al Depresiunii panonice. Cea de-a doua constatare este că între Depresiunea panonică (porţiunea aparţinînd ţării noastre) şi celelalte unităţi structurale majore ale R. S. România există, din acest punct de vedere, diferenţe considerabile.

Anomalii geotermice, avînd valori apropiate celor determinate în zona sud-estică a Depresiunii panonice, au fost semnalate şi pe teritoriul maghiar ale aceleiaşi unităţi structurale-faciale [1].

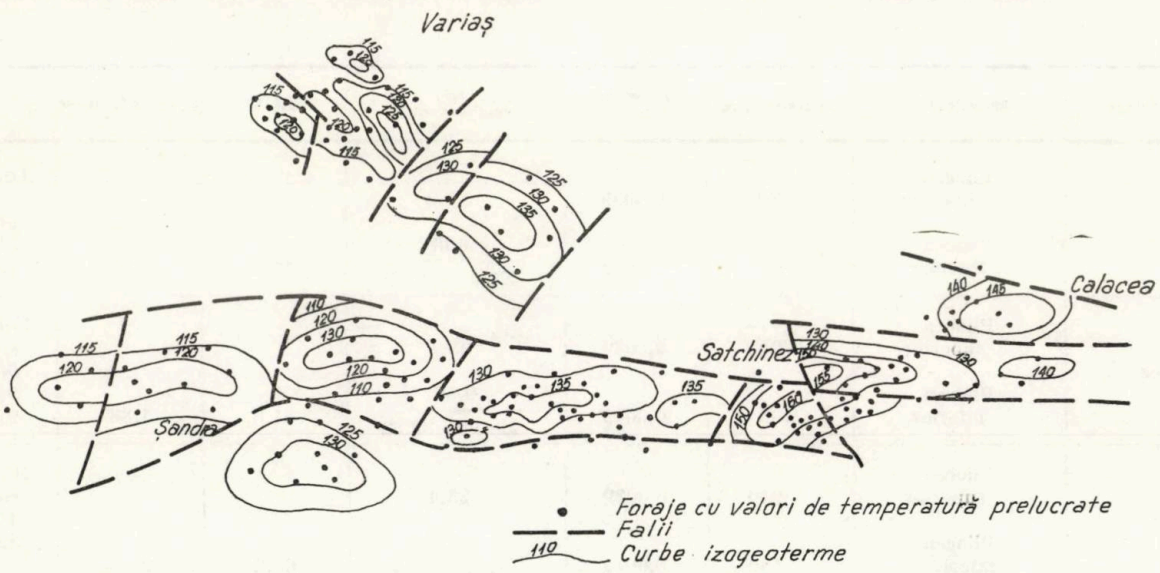


Fig. 4. Schiţă cu izogeoterme la 2 000 m s.n.m., zona Calacea — Satchinez — Şandra — Variaş.

Tabelul 2

Unitatea geologică	Nr. de structuri studiate	Nr. de măsurători prelucrate	Temp. la 2 000 m s.n.m. °C	Gradient geotermic, °C/m·10^{-2}	Treaptă geotermică, m/°C
Dep. Panonică (zona de N)	7	700	127	5,85	17,1
Dep. Panonică (zona de S)	9	250	121	5,55	18,0
Dep. Maramureş	1	7	80	3,00	28,6
Dep. Transilvaniei	11	95	73	3,15	31,8
Zona flişului	11	265	65	2,75	35,4
Avanfosa miopliocenă	29	1 115	72	3,1	32,3
Platf. Moesică (zona V)	16	318	91	4,05	24,7
Platf. Moesică (zona de E)	10	63	59	2,45	29,0
Platf. Moldovenească	2	19	71	3,05	32,8

Utilizînd datele publicate de Boldiszar [1], cu privire la regimul geotermic din Ungaria şi, în special, valorile de conductibilitate termică determinate pe carote, a căror constituţie litologică este asemănătoare cu cea a probelor extrase din sondele amplasate pe teritoriul ţării noastre, s-a calculat valoarea fluxului geotermic în pliocen, pe structurile Calacea, Satchinez şi Variaş.

Pentru calcul s-a adoptat formula :

$$Q = \frac{\Delta t}{\frac{\Sigma h}{k}}$$

în care :

Δt este diferenţa dintre temperatura rocii măsurată în sondă şi temperatura la suprafaţa solului ;

Σh — grosimea medie a rocilor din profilul studiat ;

k — conductibilitatea medie a rocilor din profil, cal/cm.s°C.

Pentru temperatura medie la suprafaţa solului s-a adoptat valoarea de 11°C.

Valorile de conductibilitate termică a rocilor din Pliocen, folosite în calcul, sînt prezentate în tabelul 3 (după Boldiszar, 1966).

În ceea ce priveşte rezultatele calculelor efectuate, se folosesc valorile din tabelul 3.

Tabelul 3

Vîrsta formaţiunii	Descrierea litologică	Nr. eşantioane	Conductibilitate medie, cal/cm.s °C
Pliocenul superior	Nisipuri, marne nisipoase şi calcaroase	13	0,0039
Pliocenul inferior	Marne, argile şi argile nisipoase	2	0,0042

Datele din tabelul 4 permit să se constate că fluxul termic are valori cuprinse între 1,88 şi 2,21 cal/cm^2 s, media fiind de 2,02 cal/cm^2 s. Această valoare este mai mică decît media înregistrată în zona nord-estică a Depresiunii panonice [6].

În afara informaţiilor referitoare la temperaturile măsurate în sonde la adîncimea medie a perforărilor (stratelor) se mai cunoaşte faptul că, în Banat, există exploatări de ape termale cu temperaturi (la suprafaţă) de 39°, utilizate pentru tratament balneologic în staţiunea Calacea. De asemenea, se ştie că, odată cu hidrocarburile de pe structurile Teremia, Calacea, Satchinez, Sandra şi Variaş, se extrag zilnic şi circa 750 m^3 apă de zăcămînt cu mineralizaţia de 15—22 g/l şi cu temperatura, la suprafaţă, de 23° — 40°. Cu tot acest substanţial

Tabelul 4

Structura	Formaţiunea	Grosimea, m	K medie, (cal/cm. s°C)	h/k, (cm^2/s. °C.cal)	Δt, °C	Q, cal/cm^{2}s. 10^{-6}	Obs.
Calacea	Pliocen superior	680	0,0039	17,2			După sondele : 668, 669, 691, 692, 655, 658
	Pliocen inferior	255	0,0042	6,08			
				$\Sigma h/k = 23,28$	51,6	2,21	
Satchinez	Pliocen superior	900	0,0039	23,1			După sondele : 904, 908, 915, 916, 917, 929
	Pliocen inferior	400	0,0042	9,52			
				$\Sigma h/k = 32,62$	61,8	1,88	
Variaş S	Pliocen superior	910	0,0039	23,4			După sondele : 106, 125, 134, 166
	Pliocen inferior	440	0,0042	10,5			
				$\Sigma h/k = 33,9$	69,2	2,04	

volum de informaţii este încă prematur să se facă o estimare a potenţialului energetic pe care-l pot oferi apele termale din Banat. În scopul arătat sînt programate sau urmează să se prevadă lucrări de cercetare geologică pentru inventarierea suplimentară, atît a fundamentului cristalin, în partea lui superioară alterată cu ape termale mineralizate, cît şi a secvenţei psamitice a Pliocenului.

În final, ar fi de reţinut faptul că cele mai importante acumulări de hidrocarburi puse în evidenţă în Banat sînt localizate în zonele cu valori ridicate ale gradientului geotermic. Acestea corespund structurilor unde fundamentul metamorfozat se situează în poziţii ridicate. Explicaţia geologică cea mai plauzibilă în legătură cu actuala distribuţie a zăcămintelor de hidrocarburi ar fi aceea că zonele de optimă acumulare corespund unor blocuri tectonice care s-au caracterizat, în timpul evoluţiei geologice a Depresiunii panonice, prin mişcări predominant pozitive sau unde subsidenţa a înregistrat cea mai ridicată rată, fapt care a condus, fie la erodarea totală sau parţială a sedimentarului, fie la depunerea condensată a acestuia. Astfel de zone ridicate au constituit, aproape tot timpul Neogenului, centre de chemare a hidrocarburilor care se formau în sectoarele (blocurile) coborîte. Întrebarea care se pune, însă, este aceea dacă temperatura mai ridicată, fără ca ea să fie prohibitivă generării şi conservării hidrocarburilor, n-a favorizat migraţia ţiţeiului şi gazelor dinspre sectoarele mai coborîte dar, în acelaşi timp, mai „reci"? Probleme de acelaşi gen se ridică şi în zona mio-pliocenă (inclusiv facilitarea migraţiei sării = diapirism), ca şi în alte regiuni ale lumii [7]. Dar, pentru elucidarea acestui aspect, vor mai fi necesare noi informaţii şi lucrări de sinteză.

BIBLIOGRAFIE

[1] Boldiszar, T. *Heat flow in the natural gas field of Hajduszobasló.* Pure and applied geophysics (Pageoph), vol. 64, II, Budapesta, 1966.

[2] Giuglea, V. şi Cristea, L. *Cercetări pentru punerea în valoare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze noi descoperite şi îmbunătăţirea exploatării zăcămintelor vechi. Zăcămintele de la Calacea-Satchinez,* 1973. Arhiva MMPG — Cîmpina.

[3] Ichim, Tr., Popa Maria, Bosoancă Georgeta şi Serbana Olga. *Studiul geologic complex al Depresiunii panonice. Perspectivele de ţiţei şi gaze şi propuneri de noi lucrări geologice,* 1966. Arhiva MMPG, Bucureşti.

[4] Ichim, Tr., Zaharescu, P. şi Popa Maria. *Studiul geologic complex al Depresiunii panonice,* 1971. Arhiva MMPG, Bucureşti.

[5] Ichim, Tr., Popa Maria şi Marinescu M. *Studiu geologic complex de detaliu asupra aliniamentului structural Sandra-Variaş-Satchinez-Calacea (Banat),* 1973. Arhiva MMPG, Bucureşti.

[6] Paraschiv, D. şi Cristian, M. *Asupra particularităţilor regimului geotermic în nord-estul Depresiunii panonice.* Petrol şi Gaze, nr. 11, 1973.

[7] * * * *Dimensiunile marilor bazine petrolifere sînt influenţate de căldură.* Oil and Gas journal, nr. 29 şi 30 (iulie 1972).

Dr. ing. **I. Kalmar**

Criterii geologice şi tehnico-economice privind optimizarea lucrărilor miniere de suprafaţă

Dacă cercetarea prin foraje şi lucrări miniere subterane este obiectul a numeroase studii şi reglementări [1], nu acelaşi lucru se poate spune despre utilizarea lucrărilor miniere de suprafaţă. Date fiind uşurinţa execuţiei, rapiditatea obţinerii unor informaţii şi necesităţile metodologice, utilizarea acestor lucrări în toate etapele de cercetare este aproape universală, dar volumul, dimensiunile, densitatea şi problematica pe care o urmăresc diferă nu numai de la o întreprindere la alta, dar chiar de la o echipă geologică la alta.

Uneori se face o adevărată risipă de lucrări miniere uşoare, în special şanţuri, deoarece costul lor este redus şi execuţia lor absoarbe un surplus de efectiv (în special sezonieri necalificaţi). Spre a oferi doar un singur exemplu : pe culmea Nucuţ-Cicîrlău, în 1962—1963, s-au executat, pe circa 1,5 km², nu mai puţin de 25 şanţuri [2] revenind circa 330 m³/km²; raportat la lungimea zonei de afloriment, rezultă aproximativ 270 m³/km afloriment sau, în medie, un şanţ la 18 m. Pe de altă parte, unele echipe sau şantiere preferă să execute cît mai puţine şanţuri sau dezveliri, dintr-un fals spirit de economie sau din cauze organizatorice, obiective sau subiective. Ca să rămînem tot în zona Baia Mare, amintim cazul prospecţiunilor din masivul Preluca : pe o suprafaţă de peste 180 km² s-au executat doar 35 şanţuri însumînd mai puţin de 300 m³ deci sub 0,6 m³/km², ce-i drept într-o regiune cu relief tînăr şi foarte bine deschis.

Unul din motivele obiective pentru care şantierele ezită să se angajeze la volume mai substanţiale de lucrări de suprafaţă este de

ordin organizatoric, pentru a nu influența negativ productivitatea muncii, datorită gradului de dispersare a lucrărilor și, implicit, dificultățile sau chiar imposibilității mecanizării execuției.

De aceea se impune utilizarea rațională a unor tipuri de lucrări, densitate optimă și dimensiuni optime, în funcție de problematica urmărită, cu alte cuvinte o optimizare pe baza criteriilor geologice și tehnico-economice.

Scopul oricărei lucrări miniere de suprafață este obținerea unei suprafețe mai mari sau mai mici la o adîncime mai mult sau mai puțin mare, în general de ordinul metrilor, pe care să se poată executa observații geologice și prelevări de probe. Diversele faze ale cercetării geologice și însăși obiectivul cercetării reclamă anumite tipuri de lucrări de suprafață. Bunăoară, executarea unor puțuri adînci sau a unor tranșee pentru completarea punctelor de observație în prospecțiunea preliminară este o risipă, nejustificată de situația geologică, așa cum recoltarea unor probe de minereu complex oxidat din șanțuri sau puțuri mai mici de 2 m nu poate oferi o imagine asupra zonei primare a filonului cercetat în faza de prospecțiune detaliată sau în explorare. Un prim pas pentru optimizarea lucrărilor de suprafață este deci alegerea tipului de lucrare adecvat scopului cercetării.

I. Dimensiunile optime ale lucrărilor miniere de sufapraţă

Dimensiunile unei lucrări miniere de suprafață determină, în ultima instanță, mărimea suprafeței asupra căreia se pot face observații și pe care se pot desfășura lucrările de probare. O primă problemă este alegerea adîncimii optime, apoi suprafața optimă de dezvelire în plan orizontal sau vertical, iar la șanțuri, lungimea optimă, în funcție de metodologia urmărită, etapa de lucru și problema geologică cercetată.

1. *Adîncimea optimă* este determinată, în primul rînd, de grosimea rocilor superficiale și apoi de grosimea stratului alterat, în cazul în care se urmărește intrarea în roca vie. Toate acestea sînt funcție de natura litologică și de condițiile geomorfologice.

Cînd se dispune de date privind grosimea rocilor superficiale și a zonei alterate, iar lucrarea servește la rezolvarea altor obiective (traversarea integrală a unor corpuri de substanță minerală utilă, prelevare de probe de la anumite adîncimi prestabilite etc.), adîncimea optimă a acesteia va fi de 0,5—1 m în materialul nealterat.

Rezultă că încă din faza de proiectare, pe baza datelor de arhivă (hărți, rapoarte), se pot stabili adîncimile de investigare necesare și, în funcție de acestea, o raionare a tipurilor de lucrări în cuprinsul suprafeței ce urmează a se investiga, raionare ce poate sta la baza organizării șantierului de lucrări miniere ușoare.

2. *Suprafața optimă de observație.* Din acest punct de vedere se deosebesc, în mare, două situații:

a. Se urmărește obținerea unor informații, în primul rînd asupra succesiunii geologice, începînd de la suprafață și pînă la adîncimea finală (un caz particular este separarea a două complexe: roci superficiale și roca de bază). Spre deosebire însă de foraje, poziția și forma suprafețelor de separație nu ne este indiferentă; de aceea, latura lucrării pe care se efectuează observația geologică asupra acestor suprafețe este determinată de neregularitățile acestei suprafețe. La aceeași adîncime lungimea laturii trebuie astfel aleasă încît să fie un multiplu de cel puțin 2 al intervalului cerut de fluctuația statistică a neregularităților suprafețelor de separare.

Dacă considerăm că separația între două medii geologice se face în lungul unei suprafețe S, la scara observației macroscopice, punctele de separație nu se înșiră strict în lungul acestei suprafețe ci se abat de la aceasta în sus sau în jos cu $\pm W_i$, astfel încît media acestor abateri conturează suprafața S. Intervalul pentru care suma algebrică W_i este mai mică decît nivelul de semnificație P ales:

$$W_1 + W_2 + W_3 + \cdots W_i + \cdots W_n < P$$

este jumătatea lungimii optime a șanțului. (De regulă $P = 0{,}05 - 0{,}1$ m).

În tabelul 1 se dau cîteva valori orientative ale lungimii optime, în funcție de neregularitățile suprafeței S.

b. Se urmărește, nu atît succesiunea pe verticală, cît dispunerea în plan orizontal a corpurilor geologice. În acest caz interesează mărirea optimă a suprafeței de observație din fundul lucrării executate, supusă acelorași criterii ca și suprafața de observație din cazul precedent. Un caz particular este cel al șanțurilor a căror lățime este impusă de rațiuni tehnice și deci constantă pentru o anumită adîncime. În acest caz se pune problema alegerii lungimii optime a șanțului.

Dacă corpul geologic cercetat are, perpendicular pe direcția șanțului, lățimea de aflorare l_t, rațional ar fi ca lungimea șanțului să fie $2 \cdots 3\ l_t$, dar neregularitățile (fluctuațiile statistice) pe direcție impun o lungime a șanțului, corespunzătoare:

$$l_0 = 2 \cdots 3\,(l_t + 2\bar{W})$$

$\bar{W}$ fiind media abaterilor statistice:

$$\bar{W} = \frac{1}{n} \sum_{0}^{n} W_i$$

Tabelul 1

Lungimea optimă a unor lucrări miniere de suprafaţă în funcţie de neregularităţile suprafeţei de separaţie S a corpurilor geologice

Nr. crt.	Natura neregularităţii	Amplitudinea de variaţie, W, m	Lungimea optimă a lucrării, m
1	Neregularităţi pe suprafaţa stratelor în regiuni slab cutate sau orizontale, la roci bine stratificate	0,02—0,1	1—2 (din raţiuni tehnice)
2	Neregularităţi pe suprafaţa stratelor în regiuni intens cutate, pentru roci cu stratificaţie neclară sau convolută, cu hieroglife, trovanţi etc.	0,05—0,5	idem
3	Neregularităţi pe suprafaţa stratelor în regiunile cu tectonică de pînze şi solzi, terenuri cristaline cu laminări, budinări şi falii mici	0,25—2	2—5
4	Neregularităţi la limita unor corpuri intercalate în şisturi cristaline mezometamorfice, limita unor dyke-uri, neck-uri de roci eruptive, limita corpurilor de sare, traseul unor filoane metalifere regulate	1—5	4—10
5	Neregularităţi la limita unor zone brecioase, intens tectonizate limita unor intruziuni în roci ce pot fi asimilate, limita suprafeţelor de paleocarst, limita unor filoane metalifere intens ramificate, limita unor depozite de albie	3—15 (şi mai mari)	6—30

Dacă corpul geologic (strat, filon etc.) se urmăreşte direcţional, lungimea optimă a şanţului este dublul lungimii pentru care fluctuaţia statistică a direcţiei tinde spre nivelul de semnificaţie P ales ca mai sus.

Cunoaşterea acestei distanţe este posibilă luîndu-se în consideraţie observaţiile din afloriment din primele lucrări executate în zonă.

3. În afara factorilor de formă şi mărimea obiectului geologic cercetat, dimensiunile lucrărilor de suprafaţă sînt influenţate de însăşi caracteristicile terenurilor (în special unghiul taluzului natural) şi de prezenţa sau absenţa nivelului freatic. La debite ale stratului acvifer interceptat de peste 0,5 l/s săparea lucrării este prohibitivă sau, în cel mai bun caz, necesită evacuarea mecanizată a apei.

4. În legătură cu adîncimea optimă de investigare se iveşte alternativa cercetării cu lucrări miniere de suprafaţă sau cu foraje de adîncime mică.

Un şanţ sau un puţ oferă posibilităţi de observaţie pe o suprafaţă, în timp ce un foraj dă informaţii asupra unui punct. De aceea, pentru ca rezultatele să fie comparabile, trebuie să luăm în consideraţie nu un foraj ci trei, dat fiind faptul că trei puncte determină un plan [3].

De asemenea, s-a avut în vedere faptul că puţul poate fi localizat în orice punct al suprafeţei de cercetat, fără amenajări prealabile, în timp ce o instalaţie de foraj, chiar şi un GP-1 sau SG-150, necesită drum de acces, platformă nivelată şi manoperă legată de demontarea şi montarea instalaţiei, a conductei de apă, a liniei electrice ş.a. În cazul unor instalaţii de foraj uşoare, lucrările de instalare durează 1—2 1/2 zile şi costă în medie 1000—2000 lei/locaţie.

Înlocuirea unui punct printr-o locaţie de foraj de adîncime mică e preferabil să se facă de la adîncimea de 1,4—6 m, aşa cum rezultă din figura 1 într-un teren cu roci dure şi în absenţa apei subterane. În cazul săpării celor trei locaţii, adîncimile sînt de 20,4; 10,5; 8,5 respectiv 6,4 m (rezultate prin luarea în considerare a cheltuielilor pentru trei foraje). Acesta este motivul pentru care numeroase întreprinderi de cercetare geologică preferă instalaţiile de foraj uşoare chiar şi pentru adîncimi mici, de ordinul a 6—10 m.

Utilizarea forajelor de mică adîncime în loc de puţuri este prohibitivă în cazul în care costul amenajării drumului de acces şi a amplasamentului depăşesc 3 500 lei/locaţie, aşa cum e cazul în zone muntoase, cu acces dificil. De asemenea, nu se recomandă înlocuirea puţurilor prin foraje în cazul cercetării unor roci şi substanţe minerale utile friabile, în care recuperajul este scăzut.

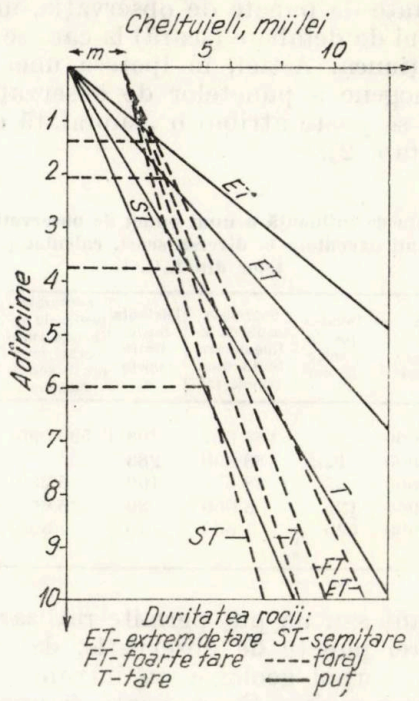


Fig. 1. Adîncimile limită de la care săparea unui puţ devine prohibitivă, în alternativa înlocuirii puţului printr-un foraj GP-1 cu diametru 76 mm pentru diverse durităţi: m, cheltuieli de montaj — demontaj al instalaţiei de foraj. Preţurile după [4].

Pe de altă parte, ori de cîte ori obiectivul de cercetat se află sub nivelul hidrostatic, sub un strat de roci curgătoare, dificil de susţinut, în zone mlăştinoase sau în albia unor cursuri de apă, singura metodă de cercetare rămîne forajul (manual sau mecanic). Aşa se pune problema în special în cazul cercetării aluviunilor metalifere sau a balastului de rîu, a turbei etc.

II. Alegerea densităţii optime a lucrărilor miniere de suprafaţă

Fiecare etapă a cercetării geologice reclamă o anumită densitate, optimă, de lucrări miniere uşoare raportată, fie la unitatea de suprafaţă investigată, fie la unitatea de lungime de corp geologic (filon, strat, limită).

1. Densitatea optimă de lucrări miniere uşoare în cazul prospecţiunii geologice. La lucrările de prospecţiune prin observaţie directă şanţurile se execută, de regulă, în scopul creării unor deschideri suplimentare, artificiale, în zonele în care acestea lipsesc.

Instrucţiunile în vigoare [4] prescriu obligativitatea acoperirii suprafeţei prospectate cu o densitate de puncte de observaţie, în funcţie de gradul de detaliere (scară) la care se execută prospecţiunea. Astfel, în ipoteza unei repartizări omogene a punctelor de observaţie, unui punct i se poate atribui o „suprafaţă de influenţă" (tab. 2).

Tabelul 2

Suprafaţa de influenţă a unui punct de observaţie în cazul prospecţiunii executate la diverse scări, calculat pe baza datelor din L.G.-1

Nr. crt.	Scara la care se execută prospecţiunea	Densitatea de puncte pe km²	Suprafaţa medie de influenţă atribuită unui punct, m²	Distanţa medie dintre puncte m	Suprafaţa medie de influenţă a unei lucrări miniere de suprafaţă, m²	Distanţa medie dintre lucrări miniere de suprafaţă, m
1	1 :50 000	6	166 667	408	500 000	708
2	1 :25 000	12,5	80 000	283	266 667	516
3	1 :10 000	35	28 571	169	95 230	308
4	1 : 5 000	125	8 000	89	26 667	163
5	1 : 1 000	625	1 600	40	4 800	54

Un şanţ sau un puţ permite realizarea a cel puţin trei puncte de observaţie, dat fiind că deschide corpul geologic nu într-un punct, ci pe o mică suprafaţă ce poate fi aproximată cu un plan. Aşadar o lucrare minieră îşi găseşte justificarea în situaţia în care este amplasată într-o zonă lipsită de aflorimente, echivalînd cu de trei ori suprafaţa de influenţă a unui punct de observaţie. Rezultă deci volumul maxim de lucrări miniere uşoare, justificabile pe unitate de suprafaţă, în ipoteza unei acoperiri totale. În cazul în care gradul de acoperire este de 50% (de ex. pe 1 km² cartat la 1 : 5000 s-au întîlnit doar 67 aflorimente) densitatea de lucrări se reduce, în mod proporţional. Calculînd în medie 6 m³ pentru fiecare lucrare de acest tip, rezultă densitatea de lucrări exprimată în m³/km², cifră ce poate fi utilizată în proiectarea lucrărilor de prospecţiune geologică prin observare directă.

La cifre asemănătoare se poate ajunge şi prin alt raţionament.

Cercetarea geologică prin observaţie directă operează cu o serie de valori întîmplătoare P_i legate de compoziţia mineralogică, chimică, proprietăţile fizico-mecanice, conţinutul în resturi de organisme fosile, caracterele structurale etc. Dintre acestea cea mai importantă este poziţia şi participarea unui component mineralogic sau chimic oarecare. Se consideră că aceste valori întîmplătoare variază după legea distribuţiei normale, în cuprinsul perimetrului, cu o amplitudine W.

Pentru ca selecţia să fie reprezentativă, volumul de selecţie trebuie astfel ales încît variaţia valorii întîmplătoare să se încadreze, în cadrul sectorului respectiv, în cel mult o clasă caracterizată prin intervalul $d = \frac{W}{n}$, n fiind, în conformitate cu formula Strugers, egal cu $1 + 3{,}322 \ln N$ (N este numărul total de observaţii pe întreaga suprafaţă cercetată) [5]. Astfel obţinem densitatea de lucrări pe km² teren acoperit (tab. 3).

Tabelul 3

Densitatea optimă de lucrări miniere de suprafaţă raportate la km² teren acoperit

Nr. crt.	Scara prospecţiunii	Variaţia mărimii întîmplătoare, W, %	Numărul de lucrări miniere de suprafaţă la km teren acoperit
1	1 :25 000	0—10	0,7
		11— 50	3,3
		51—100	6,8
2	1 :10 000	0— 10	0,9
		11— 50	4,7
		51—100	9,2
3	1 : 5 000	0— 10	1,1
		11— 50	5,6
		51—100	6,7
4	1 : 1 000	0— 10	1,2
		11— 50	6,7
		51—100	18

De ex.: dacă pe terenul investigat conţinutul în $CaCO_3$ a rocilor variază între 0 şi 48%, la scara 1 : 10 000 se vor executa minimum 4,7 (5) şanţuri pe km² suprafaţă lipsită de aflorimente.

Practica arată că, cu excepţia unor situaţii ieşite din comun — cu grad foarte avansat de acoperire — gradul de cutare a stratelor (şi deci amplitudinea W a elementelor de poziţie) este invers proporţional cu gradul de acoperire, astfel încît foarte rar se ajunge la un număr de peste patru lucrări miniere uşoare pe km² suprafaţă cercetată.

În figura 2 am încercat reprezentarea nomogramatică a densității de lucrări pe km² teren acoperit, în funcție de amplitudinea de variație a valorii întîmplătoare P_i de la $W = 0-100$ %.

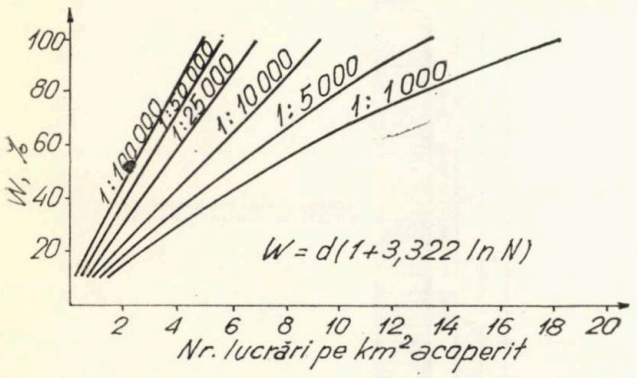


Fig. 2. Nomograma densității lucrărilor de suprafață în funcție de gradul de variabilitate a unor mărimi sau caracteristici geologice întîmplătoare w, la diverse scări de prospecțiune.

2. Densitatea optimă de lucrări miniere ușoare în cazul cercetării în fază de prospecțiune detaliată și de explorare a unor corpuri geologice cu afloriment liniar (filon, strat, intercalație, limită geologică.

Fie că prin lucrările executate nu se calculează rezerve, fie că se calculează între lucrări, distanța între lucrări trebuie să fie minimum dublul distanței prescrise de fluctuația statistică a dimensiunilor transversale ale parametrilor constitutivi sau ale schimbărilor de orientare. În cazul acesta, nivelul de semnificație se ia în funcție de precizia raportării pe planurile topo; de ex. pe un plan 1 : 25 000, minimul de detaliu raportabil este de 12,5 m (0,5 mm), în timp ce pe planurile 1 : 500 se pot raporta detalii pînă la 0,25 m. Pe astfel de considerente s-au stabilit dimensiunile optime dintre lucrări pe direcția corpului geologic cercetat și densitatea de lucrări optime raportate pe km — afloriment.

În cazul calculului de rezerve, lucrarea de suprafață este o secțiune de probare și se supune deci densității prescrise de metodologia de probare aleasă. În cazul filoanelor metalifere, de exemplu, se preconizează amplasarea șanțurilor la o echidistanță de 25—30 m, întocmai ca și breșele în subteran.

În concluzie, există posibilitatea optimizării volumului și a dimensiunilor lucrărilor miniere de suprafață în toate etapele cercetării geologice. Cum optimizarea înseamnă, într-o oarecare măsură, și o sistematizare, în special în ceea ce privește organizarea execuției lucrărilor, rezultă că lucrările miniere ușoare, amplasate după un plan dinainte stabilit, pot fi executate prin mecanizarea excavării și a celorlalte operații, mărindu-se randamentele de execuție și productivitatea muncii în mod corespunzător.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Instrucțiunile C.R.R.G. privind aplicarea clasificării rezervelor de substanțe minerale utile solide pentru calcare, argile, minereuri, sare etc.* (1961 — 1967) București.

[2] Bălașa, E. și Kalmar, I. *Raport geologic asupra lucrărilor de cercetare din zona Cicirlău*, 1963. Arhiva IPEG Maramureș, Baia Mare.

[3] Gherman, I. *Îndrumător în practica geologică*. Ed. tehnică, București, 1962.

[4] * * * LG-1 — *Lucrări de prospecțiune prin observație directă*. Instrucțiuni C.S.G., București, 1967.

[5] Sarapov, I. P. *Utilizarea statisticii matematice în geologie*. Ed. tehnică, București, 1968.

[6] Zorilescu, D. *Metode matematice de analiză și decizie în geologie și minerit*. Ed. tehnică, București, 1970.

I. Donos și Maria Georgescu

Tentativă de reinterpretare a structurii Săcel (Maramureș) pe baza unor noi date litologo—stratigrafice

Primele lucrări de foraj în regiunea Săcel (Maramureș) au fost făcute încă de la sfîrșitul secolului trecut, cu mijloace tehnice destul de rudimentare. Mai tîrziu, între anii 1914—1918, s-a reluat cercetarea regiunii prin foraje, obținîndu-se și primele producții de țiței.

Pe baza rezultatelor obținute anterior, precum și beneficiind de prospecțiuni geologice sistematice care au completat cu noi date imaginea stratigrafică și structurală a zonei Săcel, între anii 1951—1956 au fost săpate aici numeroase sonde, care inițial au avut un caracter de prospecțiune, apoi de explorare și chiar de exploatare. Toate aceste sonde au fost investigate geofizic prin carotaj electric standard, iar diagrafiile respective au servit ca bază de interpretare pentru alcătuirea imaginii structurale de adîncime a zonei de interes.

Inițial, s-a considerat că toate sondele săpate pe structura Săcel au străbătut exclusiv formațiuni oligocene, astfel încît zăcămîntul ar fi cantonat în două pachete grezoase ale oligocenului. Într-adevăr, lipsa unor informații de ordin micropaleontologic, precum și intervalele mari de la care au fost extrase carotele mecanice, nu au permis efectuarea unor separații mai amănunțite în coloana litologică străbătută de foraje. De asemenea, baza geologică pe care au fost proiectate sondele de la Săcel (harta geologică la scara 1 : 20 000 alcătuită de către J. Gherman în 1951 *) nu a putut contribui — la timpul respectiv — la eventuala corelare, prin extrapolare, a datelor de la suprafață cu cele din adîncime. Într-adevăr, pentru zona de la sud de falia Dragoș Vodă, autorul citat nu face separații litologice în depozitele eocene, considerînd că ar fi vorba de o serie de fliș nedivizată. Ca atare, imaginea structurală obținută, atît în plan, cît și în secțiune, era relativ simplă, arătînd prezența unui zăcămînt stratiform boltit, ecranat tectonic de cîteva falii, în cea mai mare parte etanșe.

Datele culese de noi prin cartarea geologică de suprafață în vara anului 1972 ** au permis elaborarea unei hărți geologice detaliate, care oferă o imagine structurală și stratigrafică diferită de cea pe baza căreia s-a făcut interpretarea diagrafiilor electrice ale sondelor. De aceea, am considerat oportun să procedăm la o reinterpretare a acestor diagrafii în lumina noilor date, pentru a pune de acord situația de la suprafață cu cea din adîncime.

Toate cele 15 sonde luate în considerație sînt amplasate la nord de falia Dragoș Vodă, fiind puse pe gresia de Borșa. La sud de această falie apar la zi depozite eocene, în cadrul cărora s-au putut face o serie de separații litologice. În această zonă, cele mai vechi depozite sedimentare de la suprafață aparțin senonianului superior-paleocenului și sînt reprezentate prin marne și argile roșii-vișinii, cu niveluri de marne verzi și intercalații lenticulare sau stratiforme de marnocalcare violacee. Acestea vin în contact tectonic cu formațiunile înconjurătoare, astfel încît, în zona la care ne referim, nu se pot stabili raporturile cu formațiunile subjacente sau acoperitoare. În cadrul eocenului s-au separat trei orizonturi litologice :

— un orizont grezos inferior, format din gresii masive cenușii micafere, cu intercalații de argile negre ;

— un orizont marnos-argilos-grezos, alcătuit din marne cenușii-negricioase în alternanță cu gresii cenușii curbicorticale în plăci, care în bazinul pîrîului Valea Carelor trec lateral și spre partea superioară la un complex de marne și argile negre foarte tectonizate, cu oglinzi de frictiune, cu intercalații de argile negre cărbunoase și gresii cenușii curbicorticale, cu resturi de plante și cu numeroase diaclaze de calcit.

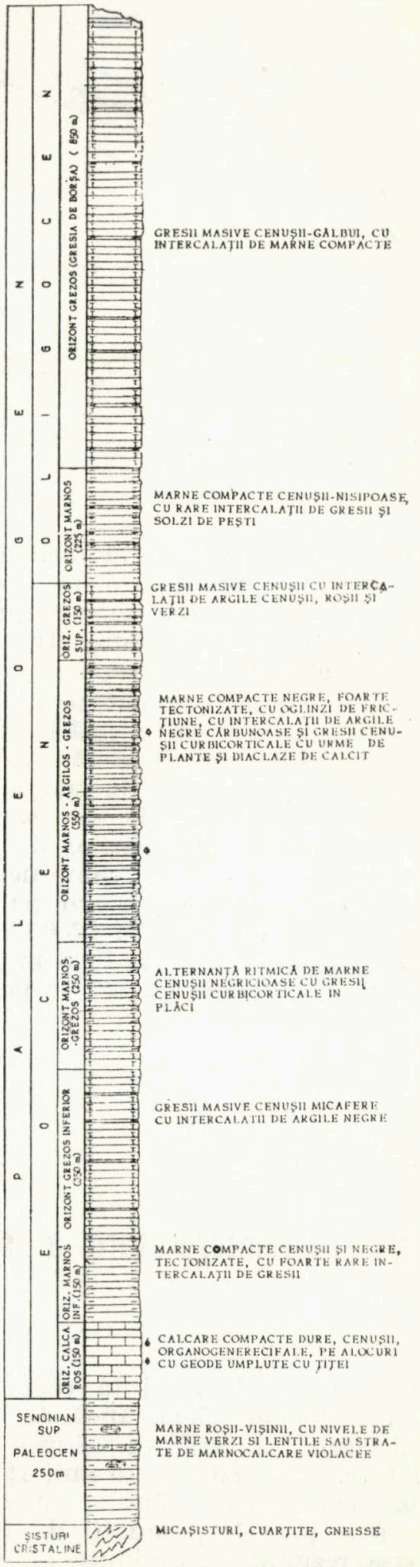


Fig. 1. Coloană stratigrafică sintetică a depozitelor sedimentare din regiunea Săcel (Maramureș)— după datele de cartare geologică.

* J. Gherman ; Raport geologic asupra regiunii Săcel-Vișeu (Maramureș.) Arhiva IPGGH, București.

** I. Donos, M. Georgescu ; Raport final privind cercetările geologice în regiunea Săcel-Telcișor, Arhiva IPGGH București, 1973.

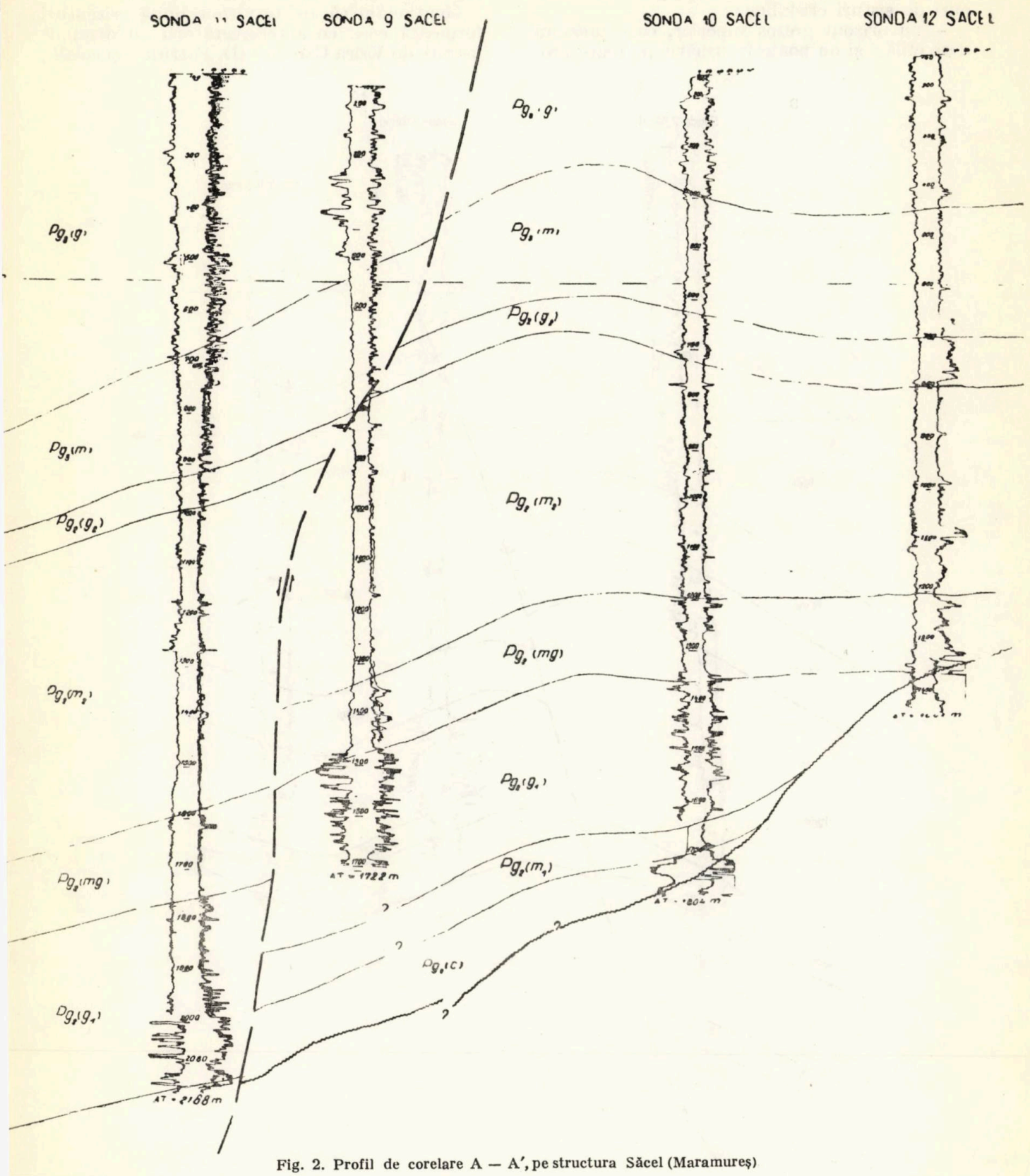


Fig. 2. Profil de corelare A — A', pe structura Săcel (Maramureș)

În masa lor sînt însedimentate blocuri de calcare recifale și numulitice, conglomerate și microconglomerate cu numuliți, precum și blocuri de șisturi cristaline;

— un orizont grezos superior, care prezintă dese efilări și nu poate fi urmărit pe toate profilele cercetate; între bancurile de gresii masive ale acestui orizont se intercalează niveluri de argile cenușii, roșii și verzi.

Menționăm că aceste ultime două orizonturi formează ceea ce antecercetătorii au denumit „strate de Valea Carelor" (D. Patrulius și colab.,

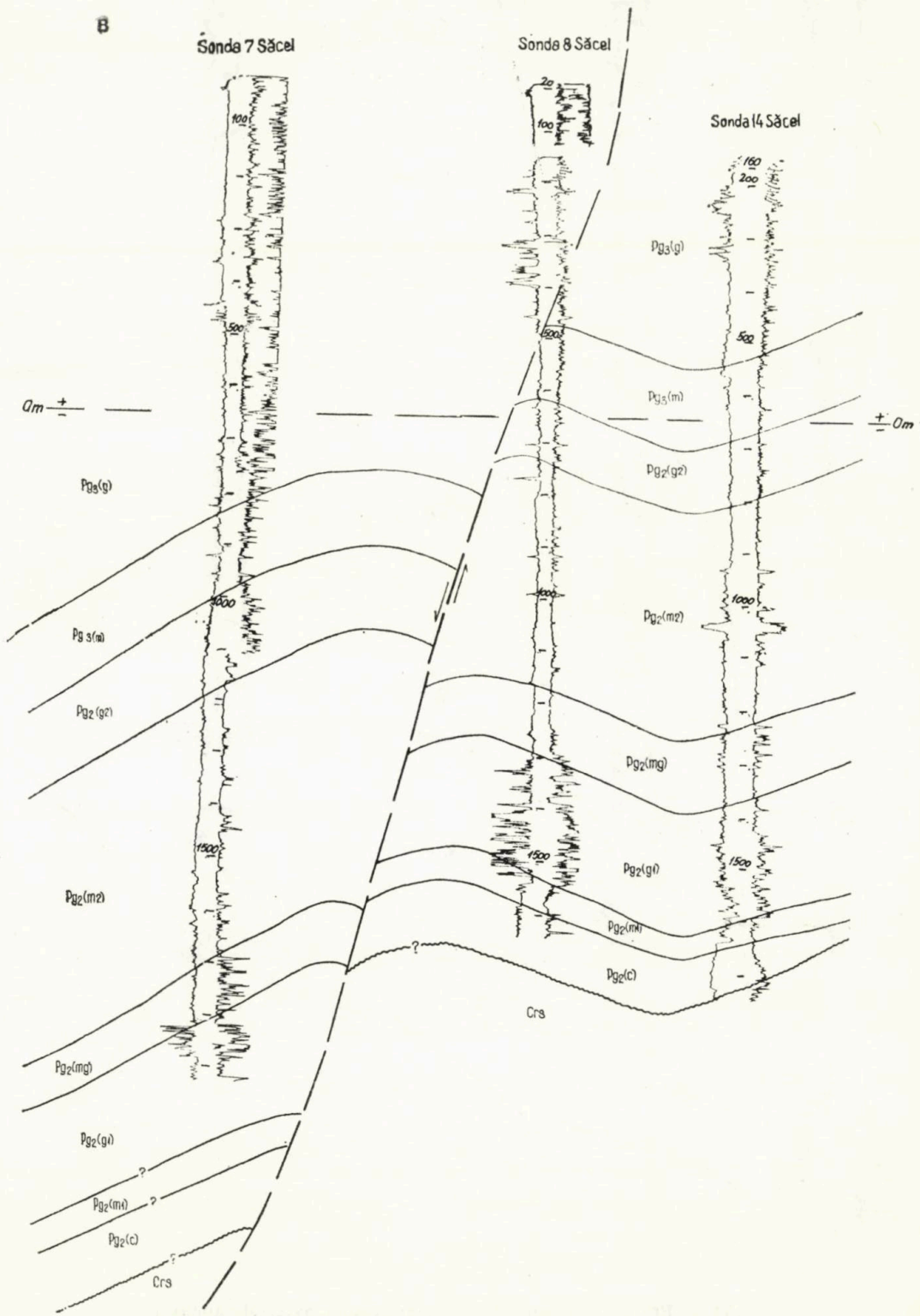


Fig. 3. Profil de corelare B — B′, pe structura Săcel (Maramureș).

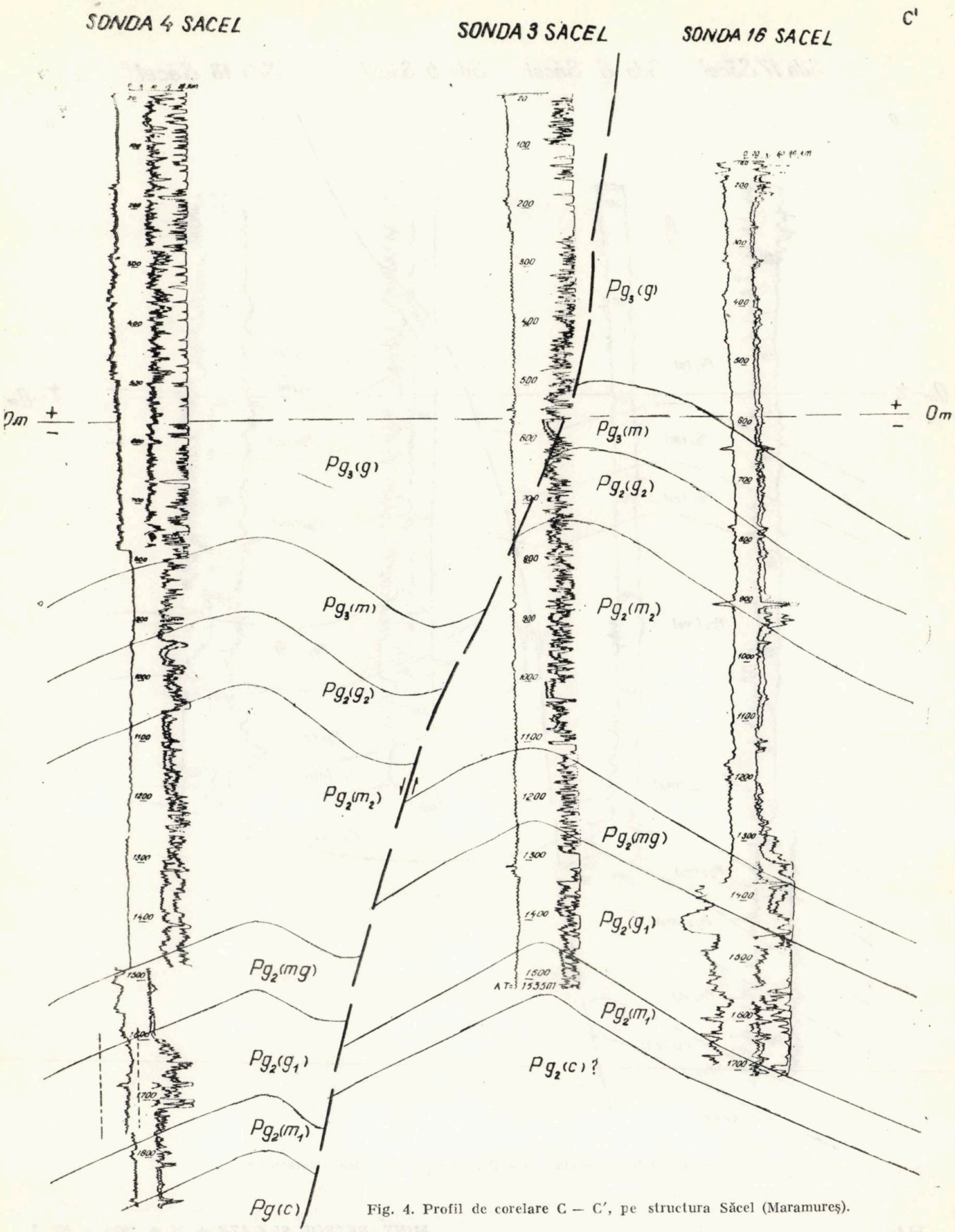


Fig. 4. Profil de corelare C — C′, pe structura Săcel (Maramureş).

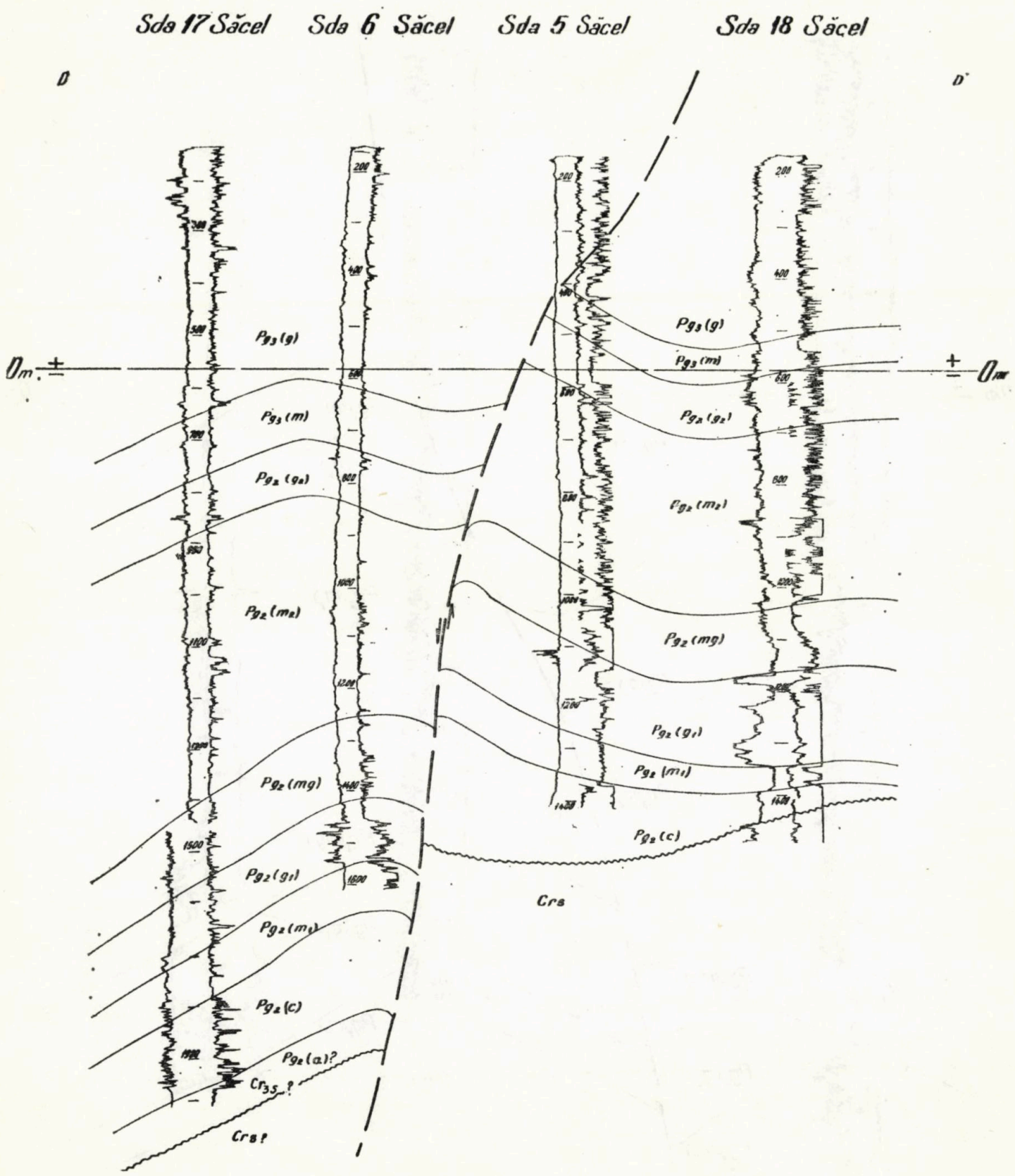


Fig. 5. Profil de corelare D — D', pe structura Săcel (Maramureș).

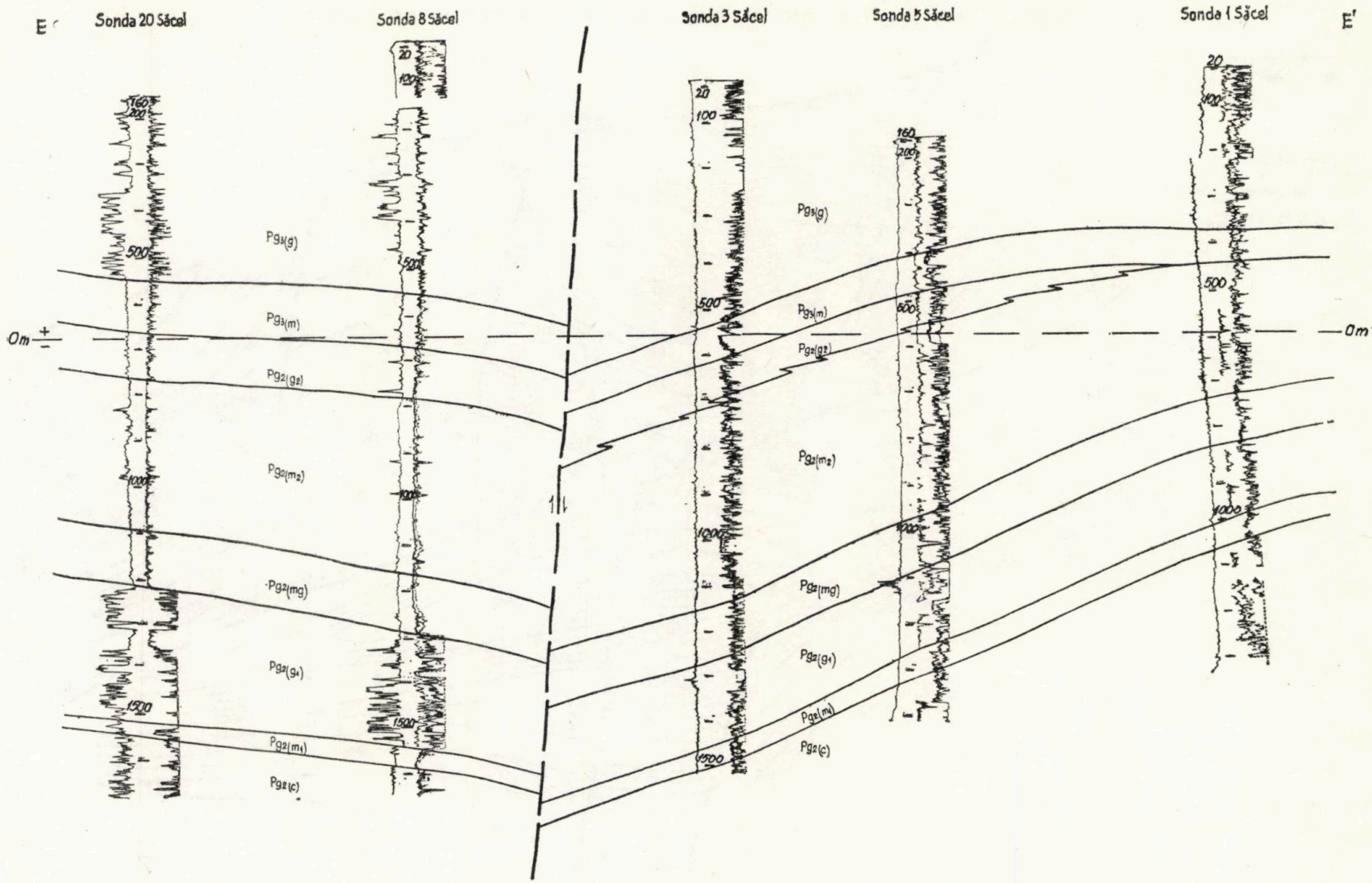


Fig. 6. Profil de corelare E — E′, pe structura Săcel (Maramureş).

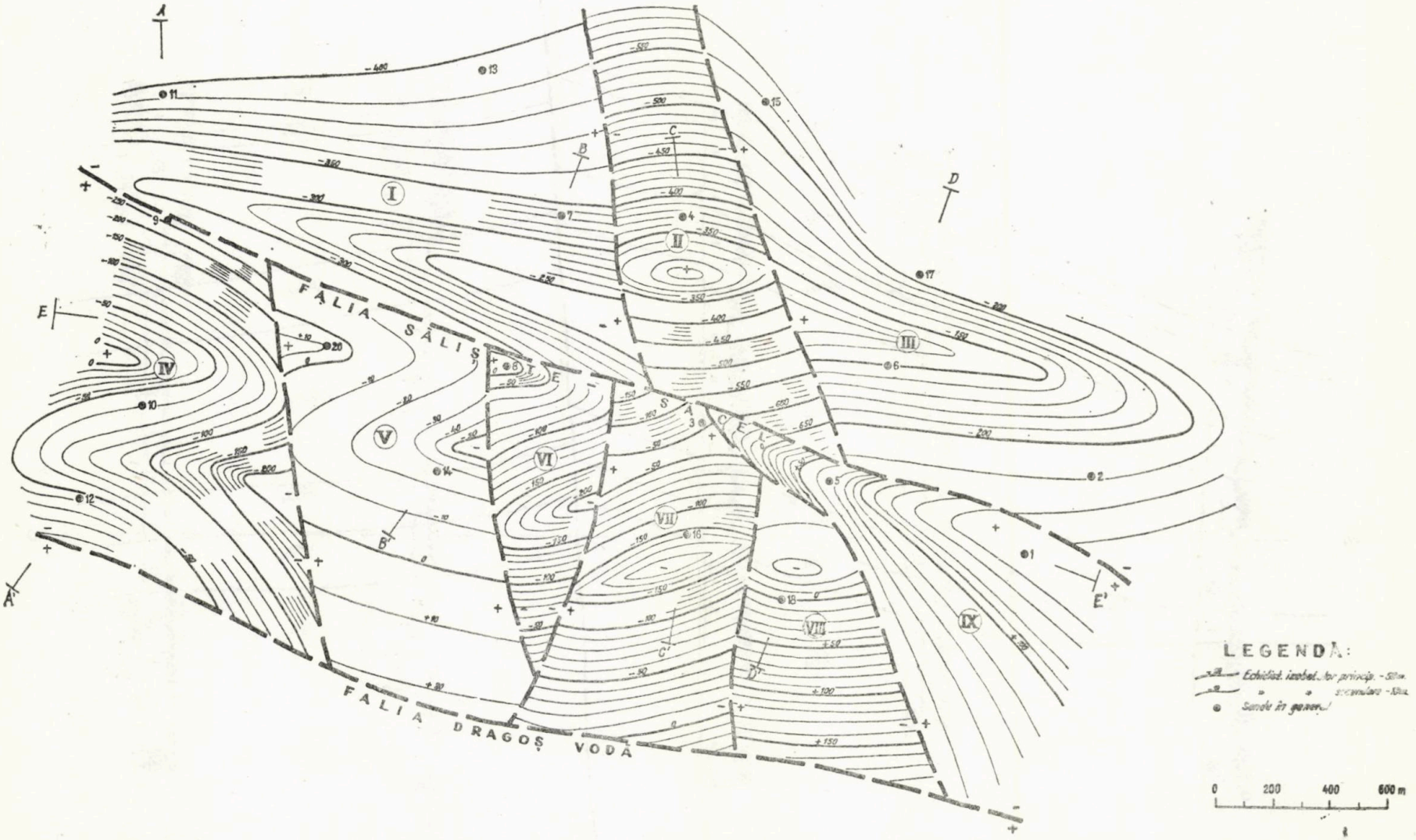


Fig. 7. Tentativă de hartă structurală la limita oligocen/eocen, structura Săcel (Maramureș).

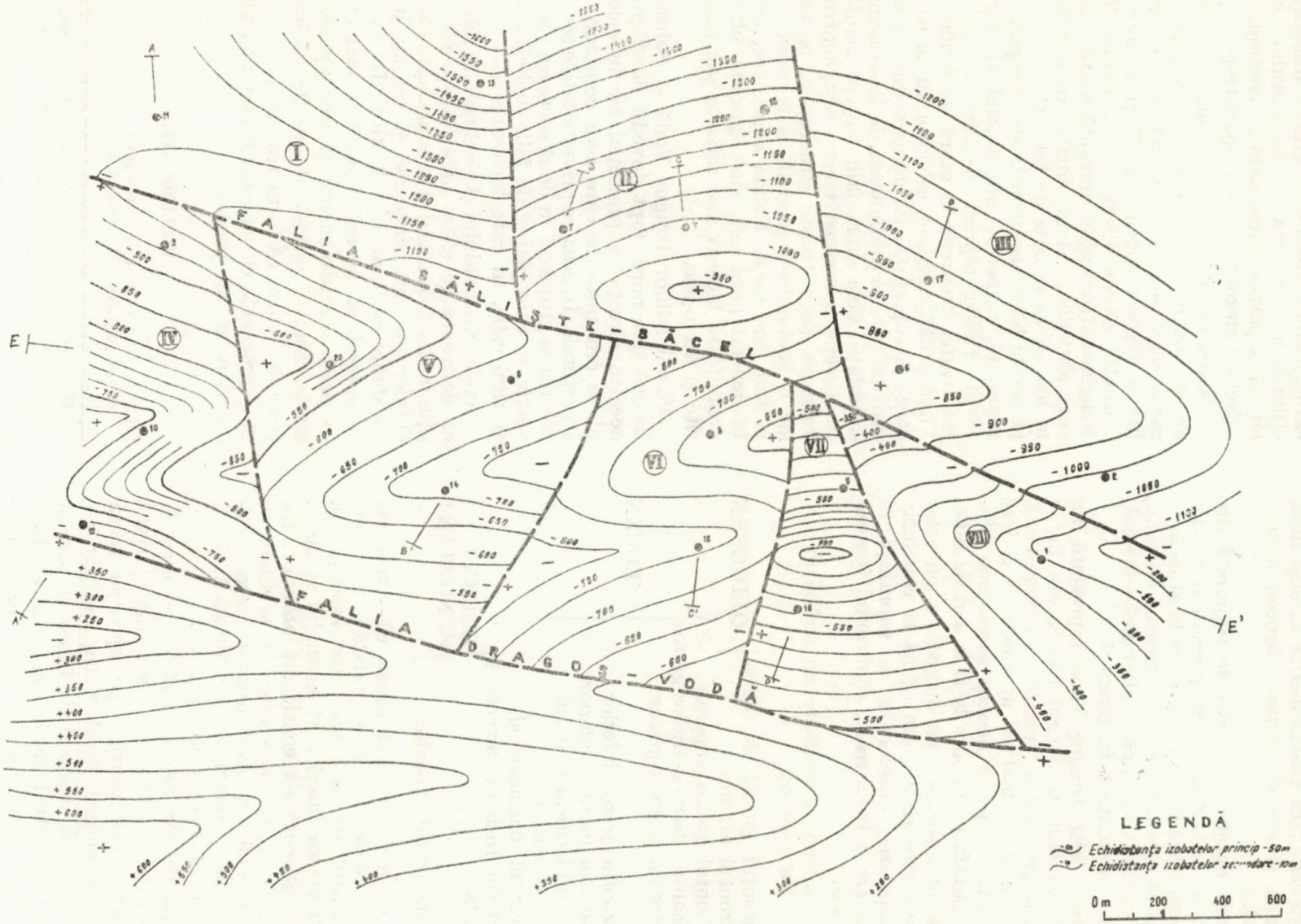


Fig. 8. Tentativă de hartă structurală la intrarea în orizontul grezos inferior al eocenului, structura Săcel (Maramureş).

1955), iar analizele micropaleontologice le conferă vîrsta eocen superior-oligocen inferior.

La nord de falia Dragoș Vodă, întreaga suprafață cercetată este acoperită de depozitele orizontului gresiei de Borșa (oligocen mediu-superior).

Pe baza datelor geologice de suprafață din regiunea de la sud de Săcel, precum și a celor din regiunile limitrofe, unde apare la zi faciesul de ramă al eocenului și fundamentul cristalin, a fost alcătuită o coloană stratigrafică sintetică, pe care o prezentăm în figura 1.

Deoarece falia Dragoș Vodă reprezintă un accident tectonic în lungul căruia are loc o scufundare generală a formațiunilor către nord, am considerat normal ca în sonde să fi fost interceptată cel puțin aceeași succesiune litologo-stratigrafică ce apare la zi la sud de falie.

Urmărind înscrierea pe diagrafii a curbelor de rezistivitate și PS, am ajuns la concluzia că extrapolarea datelor de la suprafață în adîncime are o bază reală, confirmînd ipoteza de mai sus.

Astfel, sondele examinate au străbătut următoarea succesiune :

— orizontul gresiei de Borșa — orizontul marnos	OLIGOCEN
— orizontul grezos superior — orizontul marnos-argilos-grezos — orizontul marnos-grezos	EOCEN
— orizontul grezos inferior — orizontul marnos inferior — orizontul calcaros (local conglomeratic)	EOCEN
— orizontul marnelor și argilelor roșii, cu dezvoltare locală	EOCEN ? SENONIAN ?
— fundamentul cristalin	

Menționăm cu această ocazie că — în urma extrapolării datelor de la suprafață în adîncime — zăcămîntul de la Săcel este cantonat în orizontul grezos inferior al eocenului și nu în oligocen, așa cum s-a considerat anterior. De altfel, așa cum se va vedea din profilele de corelare a sondelor, acest orizont grezos inferior prezintă o înscriere caracteristică, fiind principalul strat-reper din regiune.

Profilele de corelare a sondelor pe direcția nord—sud (fig. 2—5) și est—vest (fig. 6) arată continuitatea orizonturilor pe aproape toată întinderea structurii Săcel. Totuși, se pot remarca o serie de variații de facies la nivelul diferitelor orizonturi litologice, ceea ce face uneori dificilă urmărirea înscrierii lor pe diagrafia electrică și separarea ca atare. Situația este întrucîtva complicată și de efilările unor orizonturi, așa cum se poate observa în partea inferioară a eocenului la nivelul orizonturilor calcaros, marnos inferior și grezos inferior, ce se efilează pe ridicarea fundamentului cristalin, cît și la partea superioară a eocenului, unde orizontul grezos superior dispare treptat spre est.

Există, cu toate acestea, suficiente elemente de corelare între sonde, ceea ce a permis realizarea unor tentative de hărți structurale la limita oligocen/eocen (fig. 7) și la intrarea în orizontul grezos inferior al eocenului (fig. 8). Imaginea structurală obținută arată o zonă de cute anticlinale și sinclinale compartimentate în blocuri de o serie de falii. Cutele care apar pe aceste hărți structurale au corespondente la suprafață, respectiv anticlinalul și sinclinalul Săcel. Faliile reprezintă falii de fundament reactivate, deoarece în afară de faliile Dragoș Vodă și Săliște-Săcel, celelalte nu au corespondente la suprafață, iar aceasta din urmă are o săritură care se diminuează de la adîncime spre suprafață. Cele două falii majore menționate, cu direcție aproximativ est—vest, contribuie la formarea unor trepte structurale, pe care are loc o scufundare generală a formațiunilor de la sud spre nord. Faliile secundare, orientate în general nord-sud, sînt formate ulterior și delimitează blocuri mai ridicate sau mai coborîte și decroșate.

Planul faliilor Dragoș Vodă și Săliște-Săcel înclină spre nord, fapt dovedit de migrarea în această direcție a proiecției lor în cele două plane orizontale la care s-au construit hărțile structurale. În ceea ce privește faliile secundare, acestea se grupează în două sectoare : un sector vestic, în care planul de falie înclină spre vest și altul estic, în care înclinarea este spre est.

Axele anticlinalului și sinclinalului Săcel apar ca decroșate de către falia Săliște-Săcel, situație întîlnită de altfel și la suprafață. Flancurile cutelor nu sînt simetrice și nu au înclinări constante de la un bloc la altul. De asemenea, se observă că aceeași cută este mai evidentă în unele compartimente și mai aplatizată în altele. Această ultimă observație ne îndreptățește să credem că formarea cutelor s-a datorat unor procese în care mișcările tectonice plicative au avut un rol predominant.

BIBLIOGRAFIE

[1] Gheorghiu, Fl. *Investigarea găurilor de sondă prin metode geofizice*. Ed. tehnică, București, 1969.

[2] Patrulius, D., Dimitrescu, R. și Bleahu, M. *Cercetări geologice în valea Vișeului și în împrejurimile Săcelului (Maramureș)*. D.d.s. Com. Geol., XXXIX (1951—1952), București, 1955.

[3] Wyllie, R. M. I. *Bazele interpretării profilelor electrice ale sondelor*. Ed. tehnică, București, 1959.

Chim. **L. Szekely**
ing. **L. Bara** şi
tehn. **M. Vlaicu**

Îmbunătăţirea filtrării suspensiilor caolinoase

Posibilitatea îmbunătăţirii procesului de filtrare a suspensiilor argiloase şi caolinoase este o problemă care a făcut obiectul multor studii din ultimele decenii.

Filtrarea suspensiilor de argile şi caolinuri, după procesul de îngroşare, prezintă unele greutăţi, în special dacă produsul solid conţine o cantitate mare de particule din domeniul submicronic.

Pentru a studia căile de îmbunătăţire a filtrării industriale s-au efectuat, într-un filtru presă semiindustrial, o serie de filtrări ale suspensiilor dintr-un caolin românesc, variind grosimea turtelor şi temperatura suspensiei, respectiv a filtratului obţinut.

Analiza chimică a caolinului pe care s-au făcut încercările este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1

%	P.C.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	TiO_2	Substanţe humice
	12,67	51,27	32,07	1,20	0,42	0,42	0,80	0,15	0,70	2,31

Curba granulometrică a caolinului este redată în figura 1. Se observă proporţia ridicată (47 %) de granule sub 1 μm în caolinul supus filtrării.

S-au efectuat filtrări ale unei suspensii îngroşate de caolin cu conţinut de 231 kg caolin uscat pe m^3 suspensie cu obţinerea turtelor cu grosimi de 16,8; 24 şi 30,2 mm. Suprafaţa de filtrare utilizată a fost de 8,728 m^2 la fiecare

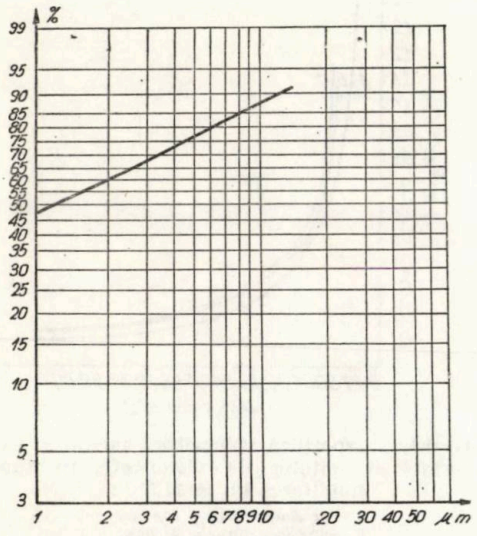


Fig. 1. Granulaţia caolinului filtrat.

filtrare, iar presiunea de lucru $9,81 \times 10^5$ N/m^2. Viscozitatea apei rezultate ca filtrat a fost de $1,2539 \times 10^{-7}$ Ns m^{-2}.

În figura 2 sînt redate curbele de filtrare obţinute în funcţie de umiditatea turtelor re-

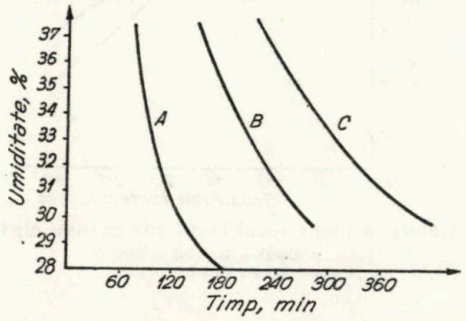


Fig. 2. Umiditatea turbelor pe parcursul filtrării la diferite grosimi ale turtelor:
A – grosimea turtelor = 16,8 mm;
B – grosimea turtelor = 24 mm;
C – grosimea turtelor = 30,2 mm.

zultate, iar în tabelul 2 debitele de caolin uscat ce se pot obţine luînd în calcul timpul de descărcare şi pregătire a filtrului pentru un

Tabelul 2

Nr. crt.	Grosimea turtelor, mm	Volum util al filtrului m^3	Timp total (ciclu) în secunde la umiditatea de:		Debit caolin uscat în kg. s^{-1} m^{-2} la umiditatea de	
			31%	33%	31%	33%
1	16,8	0,061	8 820	7 620	$9,54 \times 10^{-4}$	$10,46 \times 10^{-4}$
2	24	0,099	16 680	14 520	$8,15 \times 10^{-4}$	$8,92 \times 10^{-4}$
3	30,2	0,125	24 000	20 280	$7,16 \times 10^{-4}$	$8,05 \times 10^{-4}$

nou ciclu de filtrare, necesar unui filtru industrial de capacitate mare, cu suprafaţa de filtrare de 290 m^2.

Filtrele industriale au camere de filtrare în care se formează turte cu grosimea de 30—35 mm. Reducîndu-se grosimea camerelor de filtrare la 16,8 mm, productivitatea unui filtru cu acelaşi număr de rame de filtrare va creşte cu 33 %, după cum reiese din datele expuse mai sus.

Dacă se ia în considerare spaţiul devenit liber prin îngustarea ramelor de filtrare, care permite introducerea unui supliment de rame şi care prin aceasta măreşte suprafaţa de filtrare, se mai poate mări productivitatea filtrului cu încă 20 %.

Din curbele de filtrare obţinute s-au calculat curbele de filtrare pentru turte mai înguste,

prin metoda calculului probabilității. Debitele la diferite grosimi ale turtelor pentru umiditatea de 31 și 33% și limitele între care turtele au o consistență optimă pentru o bună descărcare din filtre sînt reprezentate în figura 3. Se observă că debitele maxime se pot obține

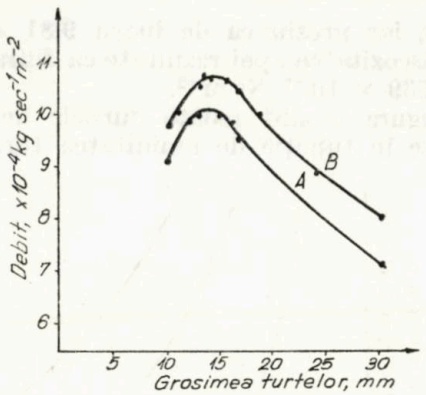


Fig. 3. Debite de caolin uscat la diferite grosimi ale turtelor :
A — umiditatea turtelor = 31% ;
B — umiditatea turtelor = 33%.

cu turte de 13—15 mm grosime la umiditate de 31% și de 14—16 mm la umiditatea de 33%.

S-au determinat variațiile rezistenței caolinului, precum și a pînzei de filtrare în timpul filtrărilor pentru a se putea determina rezistența specifică a caolinului la diferite umidități ale turtelor.

Rezistențele s-au determinat plecînd de la relația :

$$w = \frac{1}{A}\frac{dV}{d\theta} = \frac{\Delta P}{\eta (Rc + Rp)} \qquad (1)$$

în care

w este viteza de filtrare, adică volumul de filtrat trecut în unitate de timp prin unitatea de suprafață filtrantă, în ms^{-1};
A — suprafața de filtrare, m^2;
V — volumul de filtrat trecut prin suprafața A în timpul θ, m^3;
θ — timpul, s;
ΔP — diferența de presiune, Nm^{-2};
η — viscozitatea apei la temperatura filtratului, Ns m^2;
Rc — rezistența stratului de caolin, m^{-1};
Rp — rezistența pînzei de filtrare, m^{-1};

Relația (1) se mai poate scrie și sub formele :

$$w = \frac{\Delta P}{\eta (Rvc\delta + Rp)} \qquad (2)$$

$$w = \frac{\Delta P}{\eta (rc\frac{V}{A} + Rp)} \qquad (3)$$

în care

Rvc este rezistența specifică volumetrică medie a caolinului, raportată la unitatea de viscozitate, m^{-2};
δ — grosimea stratului, m;
r — rezistența specifică medie a caolinului, mN^{-1};
c — greutatea caolinului uscat depus în timpul trecerii unității de volum de filtrat, Nm^{-3}.

Reprezentînd grafic V, în funcție de θ/V, ca în figura 4, s-au calculat rezistențele stratului de caolin și ale pînzei, la filtrările efectuate.

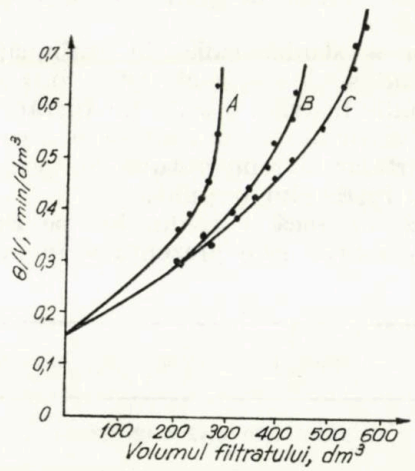


Fig. 4. Volumul filtratului, în funcție de Q/V :
A — grosimea turtei = 16,8 mm ;
B — grosimea turtei = 24 mm ;
C — grosimea turtei = 30,2 mm.

Rezistențele specifice volumetrice medii raportate la unitatea de viscozitate, adică Rvc, sînt reprezentate în funcție de umiditatea turtelor în figura 5. După cum se vede aceste

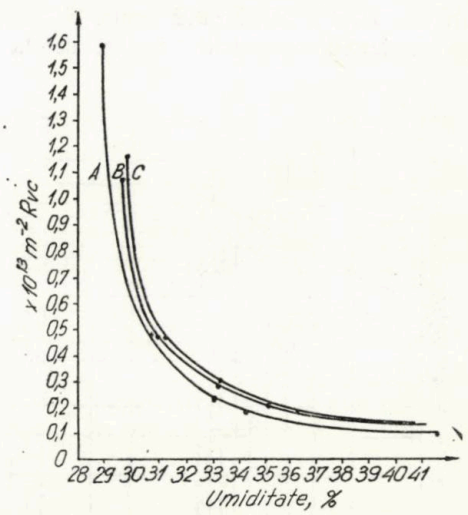


Fig. 5. Rezistența specifică volumetrică medie a caolinului R_{vc}, raportată la unitatea de viscozitate, în funcție de umiditatea lui la 11,5°C :
A — grosimea turtei = 16,8 mm ;
B — grosimea turtei = 24 mm ;
C — grosimea turtei = 30,2 mm.

rezistenţe nu sînt constante. Pentru aceeaşi umiditate rezistenţa scade cu scăderea grosimii turtelor.

Rezistenţa stratului de caolin R_c, în funcţie de umiditatea turtei, este redată în figura 6.

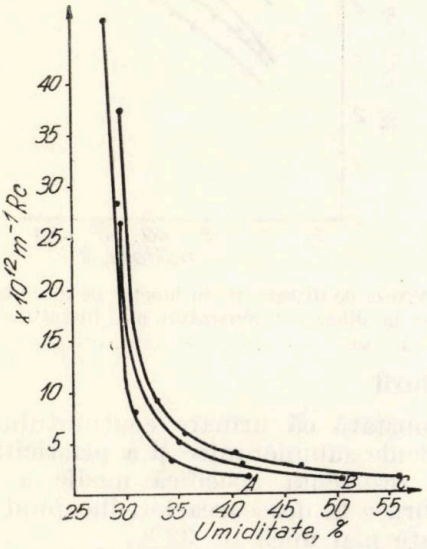


Fig. 6. Rezistenţa stratului de caolin R_c, în funcţie de umiditatea turtelor la diferite grosimi ale acestora:
A – grosimea turtei = 16,8 mm;
B – grosimea turtei = 24 mm;
C – grosimea turtei = 30,2 mm.

Se observă că la umidităţi mari, în jur de 55%, rezistenţa caolinului este abia de două ori mai mare decît rezistenţa pînzei de filtrare, iar sub 30% umiditate ea devine de 50—100 ori mai mare.

Valoarea rezistenţei pînzei în cursul filtrărilor a fost de $6{,}4—7{,}0 \times 10^{11}$ m^{-1}.

În figura 7 se vede că viteza de filtrare la aceeaşi umiditate este mai mare la turtele mai subţiri, probabil datorită faptului că astuparea porilor şi a capilarelor prin care trece apa se produce mai tîrziu la acestea.

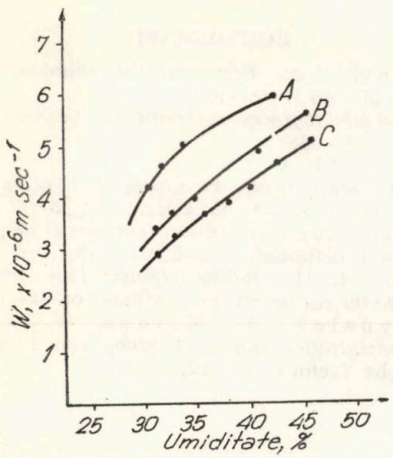


Fig. 7. Viteza de filtrare *W*, în funcţie de umiditatea turtelor la diferite grosimi ale lor:
A – grosimea turtei = 16,8 mm;
B – grosimea turtei = 24 mm;
C – grosimea turtei = 30,2 mm.

Din acest motiv creşterea bruscă a rezistenţei specifice a stratului de caolin, pe parcursul formării turtelor, se produce la o umiditate mai scăzută la turtele mai subţiri, după cum se vede şi din figura 5.

S-au efectuat filtrări, cu aceeaşi grosime a turtei, adică 30,2 mm, cu aceeaşi suprafaţă de filtrare şi aceeaşi presiune de lucru, dar la temperaturi diferite ale filtratului, ştiind că odată cu creşterea temperaturii suspensiei se micşorează viscozitatea apei.

În figura 8 sînt redate curbele de filtrare obţinute în funcţie de umiditatea turtelor, iar

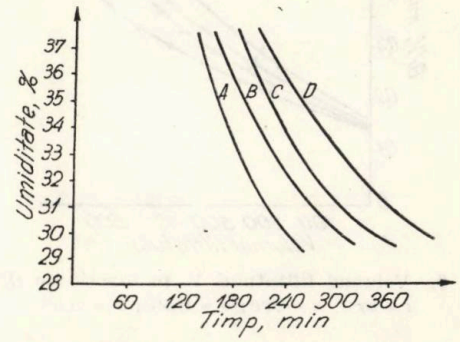


Fig. 8. Umiditatea turtelor pe parcursul filtrării la diferite temperaturi ale apei filtrate:
A = 30°C; *B* = 22°C; *C* = 17,5°C; *D* = 11,5°C.

în tabelul 3 debitele ce s-au obţinut ţinînd cont de timpul de descărcare şi pregătire a unui filtru industrial.

Tabelul 3

Nr. crt.	Temp. filtratului, °C	Viscozitatea filtratului, Nsm^{-2}	Timpul total ciclu, în secunde, la umiditatea:		Debit caolin uscat, în kg $s^{-1}m^{-2}$, la umiditatea:	
			31%	33%	31%	33%
1	11,5	$1{,}2539 \times 10^{-7}$	24 000	20 280	$7{,}16 \times 10^{-4}$	$8{,}05 \times 10^{-4}$
2	17,5	$1{,}0692 \times 10^{-7}$	20 280	17 520	$8{,}47 \times 10^{-4}$	$9{,}32 \times 10^{-4}$
3	22	$0{,}9579 \times 10^{-7}$	18 480	15 780	$9{,}30 \times 10^{-4}$	$10{,}35 \times 10^{-4}$
4	30	$0{,}8007 \times 10^{-7}$	15 240	13 320	$11{,}28 \times 10^{-4}$	$12{,}25 \times 10^{-4}$

Se constată că prin încălzirea barbotinei de la 11,5°C la 30°C se poate obţine o creştere de 52—57% la productivitatea filtrelor.

Avînd în vedere că la o temperatură mai ridicată microclimatul din sala filtrelor ar pune probleme deosebite, iar scăderea viscozităţii filtratului, la creşterea temperaturii peste 30°C, nu asigură aceeaşi rată de creştere a productivităţii, nu se consideră recomandabilă încălzirea peste această temperatură.

În figura 9 sînt prezentate curbele V, în funcţie de θ/V, din care s-au calculat rezistenţele stratului de caolin şi a pînzei la filtrările efectuate.

Curbele rezistenţelor specifice medii ale caolinului raportate la unitatea de viscozitate R_{vc}, în funcţie de umiditatea turtelor, au ace-

laşi aspect ca şi curbele rezistenţei stratului de caolin R_c redate în figura 10.

Valoarea rezistenţei pînzei de filtrare în cursul filtrărilor a variat între 7,05 şi 8,05 × × 10^{11} m^{-1}.

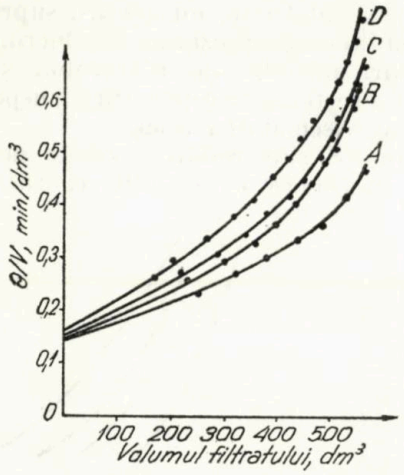


Fig. 9. Volumul filtratului V, în funcţie de Q/V:
A = 30°C; B = 22°C; C = 17,5°C; D = 11,5°C.

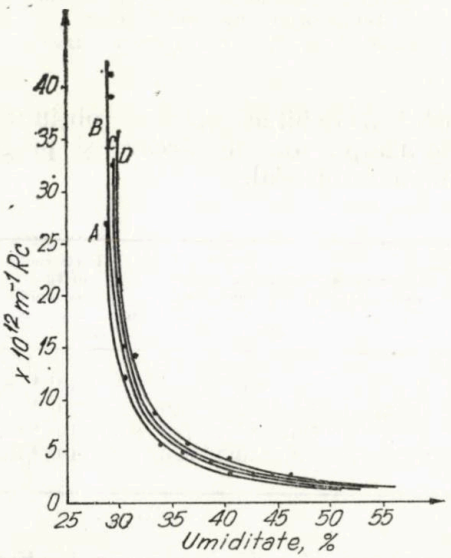


Fig. 10. Rezistenţa stratului de caolin R_c, în funcţie de umiditatea turtelor la diferite temperaturi:
A = 30°C; B = 22°C; C = 17,5°C; D = 11,5°C.

Se observă creşterea rezistenţei stratului de caolin cu scăderea temperaturii filtratului la aceeaşi umiditate a turtelor.

Din figura 11 se vede că viteza de filtrare pentru aceeaşi umiditate a turtelor creşte cu creşterea temperaturii filtratului.

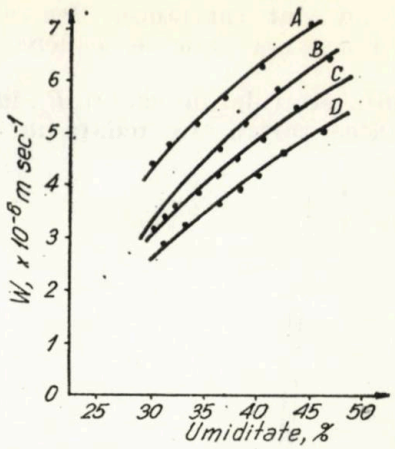


Fig. 11. Viteza de filtrare W, în funcţie de umiditatea turtelor la diferite temperaturi ale filtratului:
A = 30°C; B = 22°C; C = 17,5°C; D = 11,5°C.

Concluzii

Se constată că urmare conţinutului ridicat în particule submicronice şi a plasticităţii caolinului, rezistenţa specifică medie a turtelor creşte brusc la desecarea lor, începînd de la o umiditate mai mică de 33%.

Camerele de filtrare care permit formarea unor turte înguste, de 13—16 mm, în cazul filtrării suspensiilor caolinoase cu componenţi solizi de granulaţie foarte fină ca cel încercat, asigură o productivitate mai mare decît cele cu grosime de 30 · ·35 × 10^{-3} mm. Îmbunătăţirea productivităţii filtrelor cu turte mai înguste se datorează faptului că colmatarea stratului filtrant se produce la o umiditate mai scăzută decît la turtele mai groase.

Încălzirea suspensiilor caolinoase de la temperaturi de 11 la circa 30°C măreşte productivitatea filtrelor cu 52—57%.

Această încălzire se poate realiza în multe cazuri prin recuperarea parţială a căldurii din gazele de ardere a uscătoarelor sau a centralelor termice de lîngă instalaţiile de preparare a caolinurilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Jujikov, V. A. *Filtrarea*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1962, p. 20—38 şi 41—51.

[2] * * * *Manualul inginerului chimist*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1953, p. 529—538.

[3] Barbin, M.B. şi Tkacev, In. D. *Vlianie ghidrofobizaţii* Gornîi Jurnal, Iz. Vuz nr. 2, 1972, p. 182—185.

[4] Pospelov, F. M. şi Barbin, M. B. *Influenţa concentraţiei suspensiei asupra indicelui ei de filtrare*. Himiceskoe i neftianoie maşinostroienie, nr. 12, 1970.

[5] Schubert, H. *Rohstoffeigenschaften und Aufbereitungstechnik*. Aufbereitungs-Technik nr. 4—1973.

[6] Rozkydalek, J., Kalons, Y. *Einfluss der Trübekonzentration auf die Leistung von Trommelfiltern*. Chemische Technik, nr. 12, 1971.

Dr. ing. P. Piso, ing. A. Vazlan
și ing. E. Volovei

Centrifuge și cercetarea posibilității de utilizare a lor în tehnologia de preparare a caolinului de Aghireș

I. Centrifuge: caracterizare, scop, clasificare

Funcționarea centrifugelor se bazează pe acțiunea forțelor centrifugale, care au drept urmare o separare a componentelor din amestecul alimentat, pe baza diferențelor de masă specifică.

Centrifugarea are drept scop, atît separarea amestecurilor lichide neomogene cum sînt suspensiile (solide dispersate în lichide) și emulsiile (sisteme lichide eterogene), cît și separarea amestecurilor de gaze în industria materialelor fisionabile [1].

După principiul conform căruia are loc separarea, se deosebesc două tipuri principale de centrifuge.

a. *Centrifuge de sedimentare*, cu nivel plin, al căror rotor este neperforat. La funcționare pentru amestecuri de lichide apare o stratificare în direcția radială (separare), iar la suspensii — o mișcare relativă a substanțelor solide pe direcția radială spre exterior (sedimentare).

b. *Centrifuge filtrante* al căror rotor este perforat fiind prevăzut cu site fine sau țesături textile. La funcționare faza lichidă iese radial spre exterior, în timp ce substanțele solide granulare se depun în interior și formează o turtă. Nu se urmărește o clasare prin sită, deoarece ar fi puțin selectivă, ca urmare a formării rapide a crustei [2].

Literatură de specialitate [1, 2, 7] indică, ca utilizabile pentru clasarea, respectiv îngroșarea barbotinelor caolinoase, centrifuge de sedimentare.

Centrifugele filtrante nu sînt recomandate ca urmare a colmatării rapide a pînzei (sitei) și a proprietăților necorespunzătoare de drenaj ale turtei (permeabilitatea turtei fiind o funcție, în primul rînd, de compoziția granulometrică a solidului).

I.I. *Principiul de funcționare al centrifugelor de sedimentare*

Parametrii tehnologici; tipuri utilizate industrial

Centrifugele de sedimentare se produc în mai multe tipuri constructive, ce pot funcționa continuu sau discontinu. Caracteristica comună a tuturor centrifugelor de sedimentare industriale este faptul că funcționează cu o suprascurgere continuă a fazei limpezite (respectiv a suspensiei de granule fine), suspensia brută alimentată avînd și ea continuitate, cel puțin pe durata unui ciclu.

Procesul sedimentării particulelor solide în centrifuge este asemănător sedimentării sub acțiunea gravitației, cu deosebirea că la centrifuge se face sub acțiunea forței centrifuge care atinge valori de ordinul miilor de ori mai mari (în funcție de tip) față de greutatea particulelor de separat. Din acest motiv în cîmpul accelerației centrifugale vor sedimenta, cu viteze acceptabile, particulele foarte fine care, în cîmpul accelerației gravitaționale sedimentează extrem de încet.

Viteza de sedimentare la centrifugare este cu atît mai mare cu cît este mai mare diferența de masă specifică între faza solidă și cea lichidă și cu cît dimensiunile particulelor sînt mai mari.

Aspectele teoretice privind clasarea suspensiilor în centrifugele de sedimentare au fost publicate de dr. Helmuth Trawinski [2, 3, 4].

Principalul parametru tehnologic [6] este factorul de separare z, care se definește ca raport între accelerația centrifugală, a_n și accelerația gravitațională g_n:

$$z = \frac{a_n}{g_n} = \frac{\pi^2}{g_n} \cdot \frac{dn^2}{1800} \approx \frac{dn^2}{1800} \qquad (1)$$

în care:

n este turația rotorului, rol/min;
d — diametrul mediu al inelului de lichid din interiorul rotorului, m.

În consecință, forța centrifugă se poate mări mai ușor prin creșterea turației decît prin mărirea diametrului rotorului.

Pentru calculul vitezei de sedimentare în cîmp centrifugal [2, 4] se poate utiliza legea lui Stokes deoarece substanțele solide ce urmează a fi separate sînt de granulație fină, sub 90 μm, pentru un material cu o masă specifică de 2,6 kg/dm³, iar mediul înconjurător la sedimentarea particulelor se află în domeniul cifrelor Reynolds mici, deci curgerea este laminară. Se înlocuiește în legea lui Stokes accelerația gravitațională cu cea centrifugală:

$$v = \frac{1}{18\eta} d^2 (\delta - \gamma) a_n = \frac{d^2 (\delta - \gamma)}{18\eta} z \cdot g_n \qquad (2)$$

în care:

v este viteza de sedimentare în cîmp centrifugal, cm/s;
d — diametrul particulei, cm;
δ — masa specifică a solidului, g/cm³;
γ — densitatea mediului de dispersie, g/cm³;
η — viscozitate dinamică, g . s/cm².

Vitezele de sedimentare în cîmp centrifugal v se pot calcula pornind de la vitezele de sedimentare în cîmp gravitațional (v_g, măsurate în cilindri gradați) prin înmulțirea cu factorul de separare z :

$$v = v_g \cdot z. \tag{3}$$

La centrifugele de sedimentare, concomitent cu sedimentarea particulelor solide are loc o evacuare continuă a suprascurgerii (limpezitului) [2]. Dacă debitul volumetric este Q_v (cm³/s), iar suprafața de decantare (rotor cilindric) este $s = \pi \cdot dl$ în care :

d este diametrul rotorului, cm ;
l — lungimea rotorului, cm ;
s — suprafața rotorului, cm² ;
atunci :

$$q_s = \frac{Q_v}{s} = \frac{Q_v}{\pi . d . l}, \text{ cm/s} \tag{4}$$

reprezintă încărcarea suprafeței de decantare. Se vor sedimenta numai acele particule a căror viteză de sedimentare v, în direcție radială, este egală sau mai mare decît încărcarea suprafeței de decantare.

Pentru situația limită $q_s = v$ se calculează dimensiunea de clasare, d_T :

$$d_T = \sqrt{\frac{18\eta}{g(\delta - \gamma)} \cdot \frac{q_s}{z}} \text{ respectiv } d_T = \sqrt{\frac{18\eta}{g(\delta - \gamma)} \cdot \frac{Q_v}{z . d . l}} \tag{5}$$

în care factorul de separare z este calculat în sistemul CGS.

Debitul volumetric Q_v al unei centrifuge de sedimentare se obține din ecuația (4), după egalarea ei cu viteza de sedimentare v :

$$q_s = v = \frac{Q_v}{s} \text{ deci } Q_v = s \cdot v \text{ dar } v = v_g \cdot z \text{ deci :}$$

$$Q_v = s . z . v_g. \tag{6}$$

Produsul dintre suprafața interioară a rotorului centrifugei s și factorul de separare z definește suprafața echivalentă de sedimentare Σ :

$$\Sigma = s . z \tag{7}$$

rezultă deci :

$$Q_v = \Sigma \cdot v_g \tag{8}$$

debitul volumetric fiind produsul dintre suprafața echivalentă de sedimentare și viteza de sedimentare în cîmp gravitațional.

Succesul separării unei centrifuge se poate mări prin mărirea suprafeței echivalente de sedimentare, altfel spus, se poate mări debitul volumetric cînd este dată dimensiunea de clasare sau se poate reduce dimensiunea de clasare pentru un debit volumetric dat (conform 8 și 5).

Suprafața echivalentă de sedimentare este un indice de comparabilitate pentru performanțele centrifugelor de sedimentare. Ea arată că o anumită centrifugă de sedimentare produce același efect de decantare ca și un limpezitor gravitațional cu o suprafață egală cu suprafața echivalentă de sedimentare a centrifugei, lucrînd în aceleași condiții de încărcare.

Dr. H. Trawinski [4] indică, pe baza ecuației (5), următoarea relație pentru calculul dimensiunii de clasare pentru centrifugele decantoare, luînd în considerație suprafața echivalentă de sedimentare :

$$d_T = K \sqrt{\frac{Q_v}{\Sigma}} \tag{9}$$

în care :

$K = 32$ reprezintă constantă de proporționalitate ;
Q_v — debit de alimentare, m³/h ;
Σ — suprafață echivalentă de limpezire, m² ;
d_T — dimensiunea de clasare, μm.

Forma rotoarelor centrifugelor este caracterizată de coeficientul de suplețe λ [2], definit ca raportul între lungimea și diametrul rotorului.

Eficacitatea îngroșării este determinată de valoarea extracției în greutate a solidului din îngroșat, precum și de concentrația în solid a acestuia.

Ca urmare a posibilității de realizare a unor cîmpuri ale accelerației centrifugale puternice, pot fi supuse centrifugării suspensii caolinoase îngroșate cu un conținut de pînă la 300 g/l solid ceea ce mărește productivitatea operației.

Rețeaua cristalină stratificată a caolinului permite o creștere a concentrației de solid în suspensia de alimentare, chiar și peste 300 g/l, prin utilizarea reactivilor de fluidificare [5].

Structura cristalelor de caolin este sub formă de plăcuțe care, în multe cazuri, sînt asociate sub formă de „stivă" sau „pachete". Acestea sînt tensioactive și leagă încă din zăcămînt în special cationi biatomici (calciu, magneziu, bariu) care au tendința de a lega cristalitele una de alta prin strate de apă moleculară, intermediare, formîndu-se structuri tixotrope [5].

Prin adaos de săruri alcaline — caolinul fiind un schimbător de ioni — cationii bivalenți ad-

sorbiți se schimbă ușor cu cationi monovalenți (sodiu, potasiu) care distrug legăturile de punte și deci distrug pachetele, cristalitele putînd luneca ușor una față de alta. Aceasta conferă suspensiei, chiar la concentrații mari, proprietățile lichidelor diluate, adică viscozitate mică, ceea ce asigură posibilitatea clasării suspensiilor de caolin cu conținut mare de caolin în stare dispersată [5]. Ca agenți de fluidificare se utilizează, în primul rînd, cei clasici, carbonatul și silicatul de sodiu, apoi substanțe cu conținuturi de humați și fosfați, precum și combinațiile între aceștia.

În Georgia (U.S.A.) și Cornwall (Anglia) [5] se utilizează, în totalitate sau parțial, ca trepte de clasare, în locul hidrocicloanelor, centrifuge cu tambur neperforat dacă rezultă avantaje în ceea ce privește consumul de apă, datorită proprietăților reologice favorabile ale caolinului. În Georgia caolinul se clasează cu adaos de agent de fluidificare la concentrații de pînă la 500 g/l. În Cornwall se utilizează — în special pentru caolin de acoperire — centrifuge cu barbotine concentrate precedate de preclasare în hidrocicloane de Ø 400 mm și îngroșător Dorr.

Firma SIKA (Hostun, Franța) supune centrifugării caolin îngroșat în decantorul Dorr, obținînd caolin și silice caolinică.

În ceea ce privește tipurile de centrifuge utilizate în prepararea caolinului, literatura tehnică [2, 5] indică următoarele.

În S.U.A. se utilizează centrifugele BIRD fabricate de BIRD MACHINE CORP. South Walpole, Mass. (cumpărător de licență KLÖCKNER — HUMBOLDT — Deutz, AG. Köln), PENNWALT — SHARPLES și Alfa — Laval.

În Anglia (Cornwall) sînt preferate centrifugele DYNACONE fabricată de Intern Combustion Prod. Ltd. și Alfa-Laval.

În Franța se utilizează centrifuge tip PENNWALT — Sharples și Guinard (Pompes Guinard — Separation centrifuge, Puteaux).

Alte firme ce produc centrifuge — decantor pentru prepararea caolinului R.F.G. — Krauss — Maffei AG, Munchen; Flotweg Motoren Werk, Wilsbiburg, STARCOSA Gmb H et. Co, Wunstorf. Franța — Robatel.

II. Cercetarea posibilității de utilizare a centrifugelor în tehnologia de preparare a caolinului de Aghireș

Ca urmare a fineții avansate a caolinului de Aghireș (50 — 70% particule sub 2μm) și a hidratării puternice a particulelor ultrafine, suspensia caolinoasă are — începînd de la o anumită concentrație de solid — o viscozitate ce depășește viscozitatea apei curate. Acest lucru limitează finețea produselor obținute prin clasarea în cîmp gravitațional.

Deoarece impuritățile prezente în caolin au granulație foarte fină (10 — 20 μm) este necesară micșorarea dimensiunii de clasare, motiv care a determinat utilizarea clasării în cîmp centrifugal. Astfel, utilizarea hidrocicloanelor a permis coborîrea dimensiunii de clasare la 25 μm.

Pentru coborîrea dimensiunii de clasare la valori de ordinul micronilor, în vederea obținerii unor caolinuri foarte pure, cît și pentru a studia posibilitățile de îngroșare ale caolinului de Aghireș cu și fără adaos de floculanți, I.C.P.M.S.N. Cluj a efectuat cercetări în fază laborator și semiindustrială, utilizînd centrifuge.

1. *Fază laborator* [8]. S-a utilizat o centrifugă de laborator, discontinuă, cu cuve JANETZKI tip T 23 care realizează turații de pînă la 5 400 rot/min, respectiv factori de separare de maxim $z = 2920$.

S-au supus centrifugării barbotine caolinoase floculate și îngroșate (diluție 3 : 1) cît și barbotine neîngroșate (diluție 33 : 1, așa cum rezultă în urma operației de hidrociclonare) nefloculate și floculate, recoltate din fluxul tehnologic al Instalației de preparare a E. M. Aghireș.

S-a urmărit efectul de îngroșare, variind factorul de separare pentru timpi de centrifugare constanți (20 și 40 s).

Rezultatele sînt prezentate în diagramele 1, 2, 3, 4, 5 din interpretarea cărora rezultă următoarele.

— Barbotinele caolinoase de Aghireș se îngroașă în mod corespunzător, chiar fără adaos

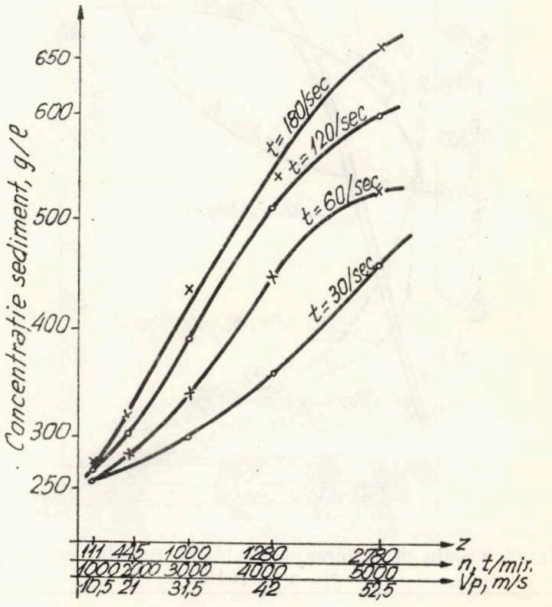


Fig. 1. Caolin de Aghireș, calitatea I, floculat și îngroșat, $\gamma = 1160$.

de floculant, rezultatele optime obținîndu-se la factorii de separare maximi.

— Creșterea timpilor de centrifugare influențează favorabil îngroșarea barbotinelor ne-

floculate şi a celor floculate şi îngroşate industrial, mărind în special concentraţia de solid a sedimentului (tasarea).

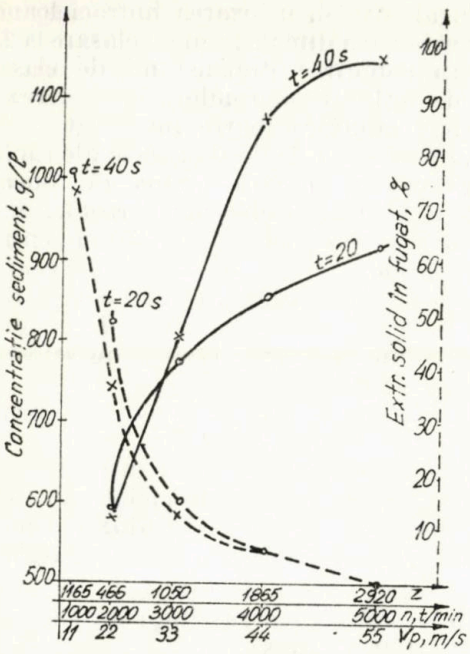


Fig. 2. Caolin de Aghireş, calitatea I, nefloculat, $\gamma = 1018$.

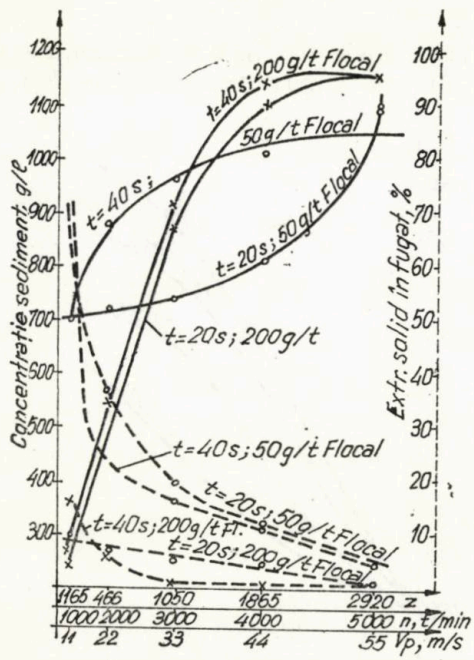


Fig. 3. Caolin de Aghireş, calitatea I, floculat cu 50 şi 200 g/t, $\gamma = 1018$.

— Creşterea timpului de centrifugare nu influenţează sensibil îngroşarea barbotinelor caolinoase floculate.

— Floculareа cu o doză de 50 g/t Flocal asigură o creştere a conţinutului de solid al sedimentului în medie cu 200 g/l, faţă de variantele nefloculate.

— Tasările pronunţate ale sedimentului la factori de separare mici (diagrama 4) indică prezenţa unor impurităţi de granulaţie sau greutate specifică mai mare.

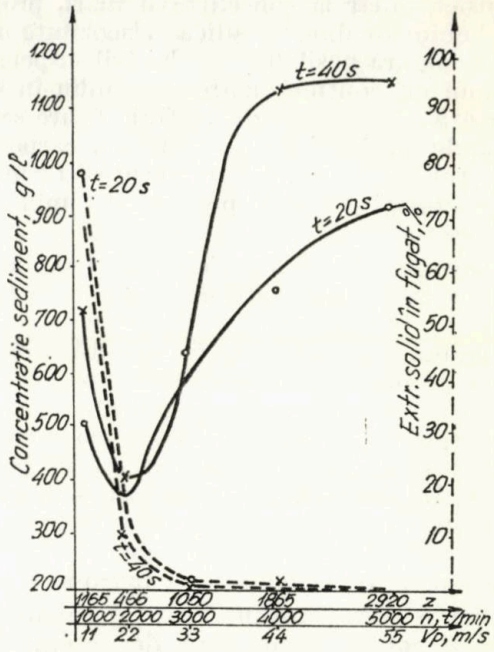


Fig. 4. Caolin de Aghireş, calitatea a II-a, nefloculat, $\gamma = 1018$.

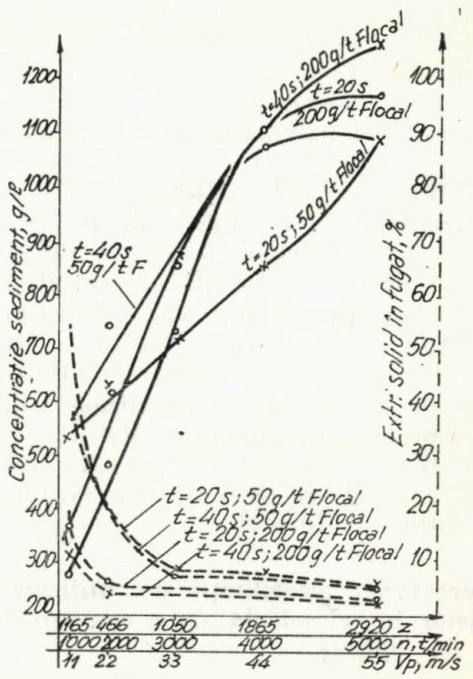


Fig. 5. Caolin de Aghireş, calitatea a II-a, floculat cu 50 şi 200 g/t, Flocal, $\gamma = 1018$.

Volumul mic al cuvelor centrifugei (70 ml) nu a permis urmărirea aspectelor calitative ale clasării.

Rezultatele favorabile obţinute în fază laborator se impun a fi verificate în fază pilot, din următoarele motive:

• la centrifugele continue, concomitent cu sedimentarea particulelor solide are loc o evacuare continuă a limpezitului, fapt ce poate influenţa negativ operaţia de îngroşare;

• timpul de centrifugare influenţînd direct productivitatea utilajului va trebui redus la minim;

• plasticitatea ridicată a caolinului la concentraţii mari de solid ale îngroşatului, precum şi faptul că umiditatea îngroşatului reprezintă o valoare medie (ea fiind mult mai redusă lîngă peretele rotorului şi mai mare la suprafaţă dinspre axul tamburului) va impune ca valoare maximă a îngroşării să fie determinată de posibilitatea mecanismului de descărcare a tamburului centrifugei.

2. *Fază pilot* [9]

S-au experimentat — prin intercalarea în fluxul tehnologic al instalaţiei de preparare a E. M. Aghireş céntrifuge — în două tipuri consecutive:

• limpezitorul centrifugal tip TLC-30 B produs de uzina „Tehnofrig" Cluj;

• centrifuga orizontală continuă Sharples Super-D-Canter tip P-3000 C fabricată de Deutsche Sharples GmbH, Duisburg, R. F. Germania.

Principalele caracteristici constructive, precum şi rezultatele experimentărilor efectuate, sînt următoarele:

a. *Limpezitorul centrifugal tip TLC-30 B* este o centrifugă decantoare cu talere şi fantă inelară, cu curăţire automată, fiind construit pentru tratarea suspensiilor de concentraţie mică (maxim 1% în volume).

Caracteristici tehnice:

— diametru exterior talere, 200 mm;
— factor de separare, $z = 2910$;
— turaţie rotor, 6 000 rot/min;
— număr talere, 135 buc (46 active);
— suprafaţă rotor, 06 m²;
— putere motor acţionare, 5,5 kW la 1,000 rot/min.

Centrifuga a fost alimentată cu barbotină caolinoasă hidrociclonată (diluţie 34 : 1), parametrul variabil fiind timpul de centrifugare, respectiv perioada de timp pe parcursul căreia centrifuga este alimentată cu barbotină, din durata totală a unui ciclu.

Rezultatele tehnologice sînt prezentate în diagramele 6 şi 7.

Se observă că pentru timpi de centrifugare de 1 — 3,5 min, respectiv debite de alimentare de 2 — 4,4 (m³/h) operaţia de clasare este pre-

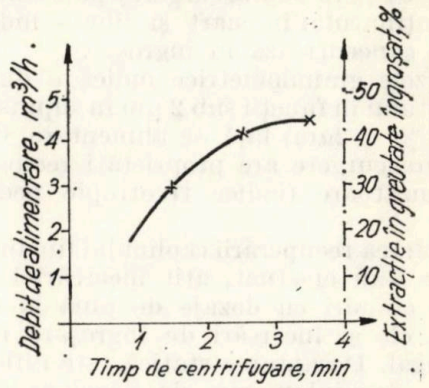


Fig. 6. Clasarea caolinului de Aghireş (γ= 1018) în limpezit centrifugal TLC-30 B.

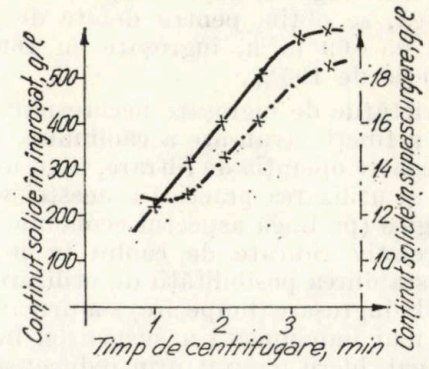


Fig. 7. Clasarea caolinului de Aghireş (γ= 1018) în limpezit centrifugal TLC-30 B.

ponderentă, extracţia în greutate maximă a îngroşatului fiind de 59%. Creşterea timpului de centrifugare determină creşterea debitului de alimentare şi scăderea extracţiei în greutate a îngroşatului.

Conţinutul de solid al fracţiei îngroşate şi diluate creşte cu creşterea timpului de centrifugare, indicînd că are loc o îmbunătăţire a tasării sedimentului pe de o parte şi o „umplere" a rotorului pe de altă parte.

Analizele chimice ale caolinului supus centrifugării şi a fracţiilor obţinute sînt redate în tabelul 1.

Tabelul 1

Timp de centrifugare, min	ALIMENTARE			ÎNGROŞAT			SUPRASCURGERE		
	PC	SiO_2	Al_2O_3	PC	SiO_2	Al_2O_3	PC	SiO_2	Al_2PO_3
1,5	12,08	52,56	31,96	11,09	55,43	30,14	14,48	45,26	36,01
2,5	12,08	52,25	31,96	11,40	54,48	30,25	14,17	45,59	36,75
3,5	12,08	52,25	31,96	11,53	54,14	30,34	13,72	46,21	—

Se remarcă puritatea avansată a caolinului clasat în suprascurgerea pentru oricare din timpii de centrifugare. Analizele roentgen — difractometrice indică o concentrare a caolinitului în fracţia fină (de la 80 — 82% în alimentare la 90 — 94% în suprascurgere) pe seama reducerii conţinutului în cuarţ şi illit — hidromice, care se concentrează în îngroşat.

Analizele granulometrice indică o dublare a conţinutului în funcţii sub 2 μm în suprascurgere (70 —74% < 2μm) faţă de alimentare. Caolinul din suprascurgere are proprietăţi reologice necorespunzătoare (indice tixotropic nedeterminabil).

În vederea recuperării caolinului fin din suprascurgere s-au efectuat, atît încercări de decantare în cilindri cu dozaje de pînă la 600 g/t PAAH, cît şi încercări de îngroşare în cîmp centrifugal. Decantarea statică este dificilă, tasarea la dozajul maxim de floculant fiind de 50 — 60% faţă de cea curent realizată, iar viteza de sedimentare este mică (0,4 — 0,5 m/h). Prin recentrifugarea suprascurgerii în aceeaşi centrifugă, se obţin, pentru debite de alimentare de 05—09 m²/h, îngroşate cu 160 g/l la o extracţie de 100%.

Proprietăţile de îngroşare necorespunzătoare, urmare a finetii avansate a caolinului, influenţează negativ operaţia de filtrare, fiind un impediment în utilizarea practică a acestei variante tehnologice (pe lîngă aspectul economic şi pierderile relativ ridicate de caolin în îngroşat). Pentru stabilirea posibilităţii de utilizare a centrifugei la îngroşare (limpezire) s-a urmărit menţinerea mai îndelungată a suspensiei în cîmpul centrifugal, lucru realizat prin reducerea succesivă a debitului. Rezultatele optime se obţin pentru debite de 05 — 1 m³/h cînd se obţin îngroşate cu 285 — 320 g/l la o extracţie în îngroşat de 94, — 100%.

b. *Centrifuga orizontală Sharples Super-D Canter tip P-3000 C* este o centrifugă orizontală cu flux continuu, cu şnec, pentru descărcarea sedimentului, avînd următoarele caracteristici tehnice :

— diametru rotor, 355 mm ;
— factor de separare $z = 2775 - 2900$ ($v_p = 65{,}5 - 70{,}5$ m/s) ;
— formă rotor, cilindric şi tronconic ;
— turaţia rotor 4 000 rot/min ;
— putere motor, 30 kW.

Suspensia este alimentată axial în interiorul rotorului care este prevăzut cu un transportor elicoidal ce se roteşte pe acelaşi ax, în acelaşi sens, dar cu o mică diferenţă de turaţie.

Forţa centrifugă separă suspensia în fazele ei, solidele fiind sedimentate pe pereţii rotorului şi datorită mişcării diferenţiale între rotor şi transportorul elicoidal sînt evacuate de acesta la un capăt al rotorului. Suspensia limpezită se evacuează la capătul opus al rotorului, care este prevăzut cu o placă cu orificii reglabile, cu care se poate varia adîncimea suspensiei în rotor.

Cercetările au fost efectuate variind în mod alternativ debitul de alimentare, adîncimea lichidului în rotor şi turaţia centrifugei, alimentînd centrifuga cu barbotine caolinoase neîngroşate (diluaţie = 34 : 1) şi îngroşate în decantoare radiale (diluţie 3,5 : 1) cu şi fără adaos de floculant.

Pentru a mări timpul de staţionare a suspensiei în cîmpul centrifugal, în vederea stabilirii posibilităţilor de îngroşare ale barbotinelor hidrociclonate, s-a alimentat centrifuga cu debite din ce în ce mai mici, pînă la obţinerea în suprascurgere a unei suspensii cu un conţinut minim de solid (limpezime maximă).

Rezultatele experimentelor sînt prezentate în diagrama 8.

Varianta optimă de îngroşare se caracterizează prin următorii parametri tehnologici :

— adîncime maximă a lichidului în rotor ;
— debit de alimentare, 0,53 m³/h suspensie cu 41 g/l ;
— extracţie în greutate a îngroşatului, 92,5% ;
— umiditatea îngroşatului, 41,5% ;
— debit în suprascurgere, 0,51 m³/h suspensia cu 3,2 g/l.

Experimentările efectuate pentru aceleaşi variante de debit, însă cu o dozare de 50, 100 şi 300 g/t floculant, nu au dat rezultate îmbunătăţite comparativ cu variantele fără floculare, lucru ce indică că la aceste valori ale factorului de separare are loc o distrugere a floculantului.

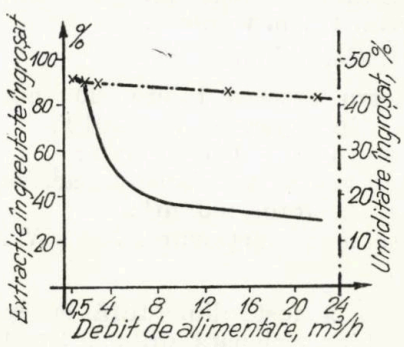


Fig. 8. Clasarea caolinului de Aghireş în centrifugă Sharples Super-D-Canter.

Pentru a stabili posibilităţile de clasare s-au alimentat în centrifugă barbotine caolinoase, neîngroşate şi îngroşate, variind în mod alternativ debitul de alimentare pînă la atingerea încărcării maxime şi adîncimea lichidului în rotor.

Rezultatele obţinute pentru valorile extreme ale debitelor de alimentare, reprezentînd domeniul şi sensul de variaţie a valorilor diverşilor parametri pînă la încărcarea maximă a centrifugei, sînt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2

Debit de alimentare, m³/h	Adîncimea suspensiei în rotor	Extr. în greutate		Umiditate îngroşat, %	Cant. solid în suspensie, g/l
		îngroşat, %	Suprascurgere, %		
Barbotină neîngroşată (diluţie 34 :1); n = 4000 rot/min					
7—22	Maximă	48—33	52—56	46—42	12,8—19,2
9—15	Minimă	21—17	79—83	35—33	16
Barbotină îngroşată (diluţie = 3,5 :1)					
12—16,5	Maximă	30—20	70—80	38—36	138—180
12,5	Minimă	24	76	22	178

Analizele chimice ale celor 3 fracţii sînt redate în tabelul 3.

Analizele roentgen difractometrice indică concentrarea caolinului în suprascurgere (de al 70 — 74% la 85—89%) pe seama reducerii cuarţului şi a illit-hidromicelor care se concentrează în îngroşat.

Pentru determinarea granulometriei produselor obţinute şi a dimensiunii de clasare (metoda TROMP) s-au efectuat analize cu balanţa Sartorius ce au condus la rezultatele pe care le redau în tabelul 4.

Dimensiunea de clasare este în intervalul 2,3 — 6 μm şi depinde de adîncimea suspensiei în rotor: pentru adîncimea maximă a suspensiei este de 3 μm, iar pentru cea minimă de 6 μm.

Variaţia debitului de alimentare nu influenţează sensibil dimensiunea de clasare.

Proprietăţile de curgere ale caolinurilor din suprascurgere sînt total necorespunzătoare, fiind corelate cu fineţea avansată a acestuia.

Tabelul 3

Debit de alimentare, m³/h	Conţinuturi %											
	Alimentare				Îngroşat				Suprascurgere			
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	TiO_2
Barbotină neîngroşată												
7—22	51,9—	31,2—	1,2—	04—	61,2—	25,9—	1,07—	06—	46,6—	35,7—	1,25—	045—
H max	53,4	32,9	1,3	06	64,3	23,8	0,85	07	47,2	35,0	1,4	06
9—15	51,9—	31,2—	1,2—	04—	68,7—	20,5—	0,95—	064—	47—	35,9—	1,37—	062—
H min	53,4	32,9	1,3	06	77,5	14,2	0,87	084	47,9	35,5	1,25	040
Barbotină îngroşată												
12—16,5	53,4—	31,3—	1,2—	05—	65,5—	24,2—	08—	06—	47,5—	35,4—	1,3—	04—
H max	52,7	31,6	1,3	06	69,8	19,7	09	07	48,5	34,7	1,2	05
12,5	53,9	30,8	1,32	074	74,5	16,12	098	1,00	47,9	35,2	1,32	056
H min												

Valorile extracţiilor, în îngroşat, pentru ambele tipuri de barbotine, arată că gradul de sedimentare al particulelor solide în rotor este funcţia de media timpului de retenţie a suspensiei în rotor pentru o turaţie constantă a acestuia. Cea mai mare, adîncime a lichidului în rotor, deci un timp de retenţie mai mare, are drept rezultat o descărcare de lichid limpezit la maxim şi obţinerea unui îngroşat cu o umiditate mai mare şi invers, adîncimea minimă a lichidului în rotor conduce la o limpezire redusă a suprascurgerii şi la un îngroşat cu o umiditate mai mică.

Se remarcă, de asemenea că pentru aceeaşi înălţime de lichid în rotor, variaţiile valorilor extracţiilor în funcţie de debitul de alimentare nu sînt mari (în medie 10 puncte).

Analizele chimice indică — pentru toate variantele — obţinerea în suprascurgere de caolinuri avansat denisipate, iar în îngroşat a unor „silice caolinice".

Tabelul 4

Debit aliment., m³/h Adîncimea suspensiei în rotor	Conţinut în clasa sub 2, %			Dimensiunea de clasare
	aliment.	suprasc.	îngroşat	
	Barbotină neîngroşată			
7 m³/h *H* max	40	74	32	2,35
19 m³/h *H* max	55	76	23	3,02
15 m³/h *H* min	39	53	16	6,00
	Barbotină îngroşată			
8 m³/h *H* max	61	85	25	3,30
12 m³/h *H* min	64	80	10	5,50

Centrifugarea barbotinelor îngroşate cu adaos de agent de fluidificare (6 — 8 kg/t silicat de sodiu) a condus la rezultate apropiate celor obţinute în lipsa fluidificatorului, lucru ce dovedeşte că la acest factor de separare se pot trata barbotine cu o concentraţie de peste 225 g/l.

Din compararea rezultatelor obținute la centrifugarea barbotinelor neîngroșate cu cele obținute la centrifugarea barbotinelor îngroșate, rezultă următoarele:

• Compozițiile chimice ale caolinurilor din suprascurgere sînt asemănătoare.

• Valorile extracțiilor în greutate în suprascurgere sînt mai mari pentru centrifugarea barbotinelor îngroșate, caz în care și pierderile de caolinit în îngroșat sînt mai mici;

• Centrifugarea barbotinelor îngroșate asigură producerea în suprascurgere a unui caolin cu granulație mai fină (80 — 85 % < 2μm) datorită probabil perioadei de „înmuiere" mari ce o asigură staționarea în decantorul Dorr.

• Recuperarea caolinului din suprascurgere rezultat în urma centrifugării barbotinelor neîngroșate este dificilă, ca urmare a unei decantări greoaie, așa cum a rezultat din experimentările efectuate cu Limpezitorul TLC. Această operație este ușurată în cazul centrifugării barbotinelor îngroșate întrucît suprascurgerea are un conținut de solid (140, — 180 g/l) ce permite trecerea direct la filtrare. Evident că operația de filtrare a barbotinelor centrifugate va avea o productivitate mai mică, comparativ cu filtrarea barbotinelor necentrifugate, ca urmare a fineții avansate și a diluției mărite la alimentarea filtrului.

— Sub aspect economic centrifugarea barbotinelor îngroșate este mai avantajoasă ca urmare a unei capacități de tratare mai mare.

Clasarea barbotinelor îngroșate în centrifuga Sharples cu turație redusă (n = 3 150 rot/min, v_5 = 55,2 m/s, z = 1 850) asigură reducerea pierderilor de caolin în fracțiunea îngroșată (81,2 %, SiO_2 și 11,1 % Al_2O_3) însă caolinurile obținute sînt mai puțin denisipate (33 % Al_2O_3) creșterea conținutului de Al_2O_3 în suprascurgere fiind de 2 puncte.

Calculul prețului de cost al operației de centrifugare arată că centrifugarea barbotinelor îngroșate este cea mai economicoasă.

Urmare a considerentelor expuse, varianta optimă este centrifugarea barbotinelor îngroșate, în care caz prețul de cost complet comercial al caolinului centrifugat este cu 53 % mai mare față de prețul de cost complet comercial al caolinului realizat în 1973.

Concluzii

În urma experimentărilor efectuate se desprind următoarele concluzii.

a. Particularitățile constructive și tehnologice impun experimentarea centrifugelor la scară semi-industrială, faza laborator, putînd conduce la rezultate neconcludente.

b. Îngroșarea în cîmp centrifugal (z = 2 900) a barbotinelor caolinoase hidrociclonate și neîngroșate este o operație excesiv de scumpă ca urmare a productivității mici.

c. Pentru factori de centrifugare de z = 2 900, respectiv viteze periferice ale rotoarelor de 70,5 m/s, adaosul de floculant — PAAH, este fără efect ca urmare a „distrugerii" lui.

d. Varianta optimă: clasarea barbotinelor îngroșate conduce la obținerea în suprascurgere a unor caolinuri avansat denisipate al căror conținut în Fe_2O_3 este cu circa 0,2 pct. mai mare față de alimentare, deci practic funcție de conținutul de Fe_2O_3 din zăcămînt.

Caolinul avansat denisipat este tixotrop.

e. Posibilitățile de utilizare ale caolinului centrifugat sînt:

— industria ceramicii fine cu tehnologie de fasonare prin strunjire, în funcție de conținutul de Fe_2O_3;

— electroceramică;

— industria chimică pentru fabricarea clorurii de aluminiu;

— operația de centrifugare poate completa o tehnologie de chimizare, asigurînd producerea, fie a unui caolin deferizat cu conținut ridicat de Al_2O_3, fie a unui caolin de umplere de granulație corespunzătoare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Renert, M. *Calculul și construcția utilajului chimic* Vol. II, Ed. didactică și pedagogică, București, 1971.

[2] Trawinski, H. *Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie Allgemeine Grundlagen der Verfahrens und Reaktionstechnik.* Vol. 2, p. 204—224.

[3] Trawinski, H. *Die Aufbereitung von Kaolin*; *Handbuch der Keramik.* Capyright 1967 by Verlag Schmid GmbH, Freiburg i Brg, Germany.

[4] Trawinski, H. *Practical aspects of the design and industrial applications of the hydrocyclone.* FILTRATION et SEPARATION, iulie/august și noiembrie/decembrie 1969.

[5] Trawinski, H. *Die Aufbereitung von Kaolin, Teil II. Handbuch der Keramik, Gruppe I. B 1.* Copyright 1973 by Verlag Schmid GmbH.

[6] * * * *Manualul inginerului de mine.* Vol. VI. Ed. tehnică, București, 1956.

[7] Boeglin, J. C. *Progrese realizate în separarea fazelor solid-lichid și uscarea șlamurilor prin centrifugare și utilizarea polimerilor organici de sinteză.* Revue de l'industrie minerale. Vol. 53, nr. 7 iulie 1971, p. 517—529.

[8] Piso, P., Vazian, A. și Vrannay St. *Studiul îngroșării prin centrifugare continuă a suspensiei de caolin de la Harghita și Aghireș, fază laborator.* Studiu I.C.P.M.S.N., Cluj, 1973.

[9] Piso, P., Vazian, A. ș.a. *Studiul îngroșării prin centrifugare continuă a barbotinei caolinoase de Aghireș, fază pilot.* Studiu I.C.P.M.S.N. Cluj, 1974.

Ing. M. Păsculescu şi ing. Nguyen Quoc Khanh

Utilizarea instalaţiei BVK-PUE, la încercarea echipamentului electric cu siguranţă intrinsecă

Încercarea echipamentelor electrice cu siguranţă intrinsecă necesită un volum mare de lucru, atît în cadrul staţiilor de încercare ale uzinelor producătoare, cît şi la staţiile de cercetare, unde în afară de încercările de tip, se mai fac încercări pentru proiectarea şi perfecţionarea echipamentelor cu siguranţă intrinsecă. Pe lîngă faptul că încercarea cere un volum mare de muncă, o dificultate principală este determinarea regimului de lucru al camerei de explozie, astfel încît condiţiile de încercare să fie cît mai apropiate de condiţiile adevărate în care echipamentul va lucra în atmosferele inflamabile. Acest lucru depinde de mulţi factori dintre care se amintesc : condiţiile de scînteiere, felul contactelor, natura amestecurilor explozive etc.

Cercetările au arătat [2, 3, 5] că pe lîngă factorul primar care determină măsura în care o descărcare electrică va aprinde sau nu un amestec de gaze — energia scînteii — mai există mulţi factori care exercită o influenţă puternică asupra puterii de aprindere a unei scîntei care, în multe cazuri, pot deveni predominanţi. Din această cauză, instalaţiile şi metodologia de încercare ale circuitelor cu siguranţă intrinsecă se perfecţionează în mod continuu.

În cele ce urmează, după descrierea succintă a instalaţiei BVK-PUE, produsă de Institutul de cercetări Skocinski din Moscova şi aflată în dotarea laboratorului de „electrificarea minelor" de la I. M. Petroşani, se prezintă o metodă universală de încercare a echipamentului cu siguranţă intrinsecă şi se dau rezultatele încercărilor efectuate cu instalaţia menţionată.

I. Încercarea echipamentului cu siguranţă intrinsecă cu ajutorul instalaţiei BVK-PUE

Ansamblul BVK-PUE cuprinde o cameră de explozie cu acţiune rapidă de tipul BVK-3 [6] şi o instalaţie electrolitică de producere a amestecurilor explozive de tip PUE-1 [7].

Lucrul rapid al camerei BVK-3, prezentată în figura 1 s-a obţinut prin automatizarea tuturor proceselor de lucru. Camera BVK-3 permite încercarea siguranţei intrinseci a circuitelor electrice în amestecuri de gaz-aer şi gaz-oxigen (cînd este necesară evaluarea siguranţei intrinseci în amestec de abur-aer, ultimul se înlocuieşte cu amestecul echivalent de gaz-aer).

Portativitatea camerei, securitatea pregătirii amestecurilor explozive şi volumul mic al vasului de explozie, permit utilizarea ei nu numai în condiţiile laboratoarelor specializate, dar şi în laboratoare care, în principal, realizează aparatură electrică şi nu au încăperi amenajate special pentru lucrul camerelor de explozie de

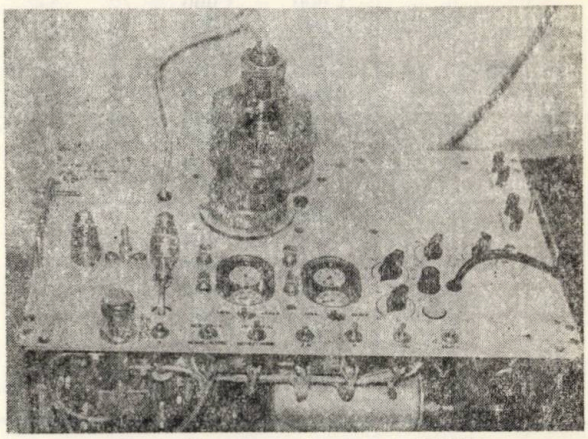


Fig. 1. Camera de explozie BVK-3.

tip obişnuit. Camera cuprinde un vas de explozie, partea de acţionare cu motorul şi reductorul cu două trepte, instalaţia automată de realizare a amestecului de gaz, completul de circuite pentru controlul exploziei şi sistemul de automatizare a tuturor proceselor de lucru ale camerei. Toate subansamblele camerei de explozie sînt montate într-un bloc în interiorul unei carcase protectoare. Pe acelaşi bloc sînt dispuse toate organele de comandă ale camerei. Blocul se scoate uşor din interiorul carcasei şi se aşază fără ea pe picioare speciale. Blocul circuitelor electrice este consolidat de carcasă prin bolţuri şi cuplat cu părţile schemei dispuse pe panou, prin două construcţii cu ştecher. În completul camerei intră un balon cu propan lichefiat, un reductor cu piesele intermediare pentru stabilirea presiunii necesare şi completul cu dispozitivele de producere a scînteilor pentru încercarea diferitelor circuite electrice. Toate obiectele care intră în completul camerei, în timpul transportului se rigidizează în carcasă.

La încercarea circuitelor electrice la siguranţă intrinsecă cu ajutorul camerelor de explozie, apare necesitatea de a obţine amestecurile explozive de încercat, a căror inflamabilitate de la descărcările electrice, trebuie schimbată în limite largi. Această cerinţă este condiţionată de necesitatea de a avea amestecuri de încercat cu agresivitate ridicată pentru amestecurile explozive din fiecare din cele 4 categorii ilustrate în normele de construcţie a echipamentului electric antiexploziv [1,8].

Tabelul 1

Rezultatele încercărilor pentru stabilirea echivalenței între conținutul de $O_2 + H_2$ și amestecul reprezentativ din grupa I — METAN

Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. explozii	Probabilitate	Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. explozii	Probabilitate
1	13	1	800	300	2		25			330	1 000	1	10^{-3}
2	12,5	1	800	400	2		25	12	10	330	1 000	2	
3	12	1	800	4 000	0		26			330	1 000	1	
4	12	1	900	4 000	0		27			330	1 000	1	
5	12	1	1 000	1 000	1		28			330	1 000	1	
6			1 000	1 000	0		29			125	420	3	
7			1 000	1 000	2		30	12	100	125	1 000	0	
8			1 000	1 000	2		31			125	200	2	
9			1 000	1 000	2		32			110	1 000	1	
10	12	1	1 000	1 000	1	10^{-3}	33			110	1 000	0	
11			1 000	1 000	1		34			110	1 000	1	
12			1 000	1 000	0		35			110	1 000	2	
13			1 000	1 000	0		36	12	100	110	1 000	2	10^{-3}
14			1 000	1 000	1		37			110	1 000	0	
15			1 000	1 000	1		38			110	1 000	1	
16			600	600	3		39			110	1 000	1	
17			400	400	4		40			110	1 000	1	
18	12	10	350	200	2		41			110	1 000	1	
19			330	1 000	0		42			110	1 000	1	
20			330	1 000	1		43	13	100	110	600	2	Valori de verificare
21			330	1 000	2		44	13	100	110	400	2	
22			330	1 000	0		45	13	100	110	200	3	
23			330	1 000	1		46	13	100	110	700	3	

Tabelul 2

Rezultatele încercărilor pentru stabilirea echivalenței între conținutul de $O_2 + H_2$ și amestecul reprezentativ din grupa II-A — PROPAN

Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. de explozii	Probabilitate	Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. de explozii	Probabilitate
1	14	1	600	2 000	0		26			215	1 000	1	
2	15	1	600	1 300	1		27			215	1 000	1	
3	16	1	600	1 000	4		28	15	10	215	1 000	0	
4	15	1	660	1 000	1		29			215	1 000	1	
5	15	1	600	1 000	2		30			215	1 000	1	
6			600	1 000	1		31			95	400	5	
7			600	1 000	0		32			90	600	2	
8			600	1 000	0		33			85	300	4	
9			600	1 000	1		34			80	200	3	
10	15	1	600	1 000	2	10^{-3}	35			75	200	3	
11			600	1 000	1		36			70	2 000	0	
12			600	1 000	2		37			75	1 000	1	
13			600	1 000	1		38	15	100	75	1 000	1	
14			600	1 000	1		39			75	1 000	0	
15			600	1 000	1		40			75	1 000	2	
16			250	1 000	4		41			75	1 000	1	
17			230	1 000	2		42			75	1 000	1	10^{-3}
18			230	1 000	2		43			75	1 000	1	
19			220	1 000	4		44			75	1 000	2	
20	15	10	220	1 000	2		45			75	1 000	0	
21			215	1 000	1		46			75	1 000	1	
22			215	1 000	2		47	16	100	75	300	3	
23			215	1 000	1		48	16	100	75	600	3	
24			215	1 000	0		49	17	100	75	400	5	Valori de verificare
25			215	10 000	2	10^{-3}	50	17	100	75	200	3	

Pentru a ajunge la o încercare universală la siguranță intrinsecă, este neceasr să dispunem de un complet de amestecuri explozive care, după inflamabilitatea lor, cuprinde domeniul de la echivalentul amestecului optim de metan-aer la amestecul de două ori mai ușor inflamabil, decît amestecul optim de aer-hidrogen.

Amestecurile explozive cu inflamabilitate diferită se obțin pe calea utilizării amestecurilor optime de diferite gaze cu aer, a adaosului de

Tabelul 3

Rezultatele încercărilor pentru stabilirea echivalenței între conținutul de $O_2 + H_2$ și amestecul reprezentativ din grupa II-B — ETILENA

Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. de explozii	Probabilitate	Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scîntei	Nr. de explozii	Probabilitate
1	19	1	350	1 000	0		25			145	1 000	1	
2	20	1	350	1 000	0		26			145	1 000	0	
3	21	1	350	2 000	1		27			145	1 000	1	
4	22	1	350	1 000	0		28	22,5	10	145	1 000	1	10^{-3}
5	24	1	350	1 000	5		29			145	1 000	1	
6	23	1	350	1 000	5		30			145	1 000	0	
7	22	1	350	3 000	0		31			145	1 000	1	
8	22	1	350	1 000	0		32			145	1 000	2	
9				1 000	1		33			60	400	3	
10				1 000	1		34			55	100	3	
11				1 000	0		35				1 000	0	
12				1 000	1		36				1 000	2	
13				1 000	2		37				1 000	1	
14	22,5	1	350	1 000	0	10^{-3}	38			50	1 000	2	
15				1 000	1		39	22,5	100		1 000	1	10^{-3}
16				1 000	2		40				1 000	1	
17				1 000	1		41				1 000	0	
18				1 000	1		42				1 000	1	
19			125	1 000	0		43				1 000	1	
20			130	1 000	0		44				1 000	1	
21	22,5	10	140	1 000	0		45	24	100	50	100	3	Valori de verificare
22			150	600	3		46	24	100	50	240	4	
23			145	1 000	1		47	23	100	50	210	3	
24			145	1 000	2		48	23	100	50	160	3	

oxigen la ele sau a amestecurilor neoptime de oxigen-gaz cu componență variabilă. Amestecul de gaz trebuie să fie cu inflamabilitate determinată, fără miros și netoxic. Respectarea preciziei și a convenabilității în pregătire este obligatorie.

Cerințele menționate sînt satisfăcute cel mai mult de amestecul de oxigen-hidrogen cu concentrație variabilă. Inflamabilitatea acestui amestec se caracterizează prin mărimea minimă a curenților de aprindere în circuite inductive și ohmice și poate fi exprimată prin graficele din figura 2, iar energia caracteristică minimă de

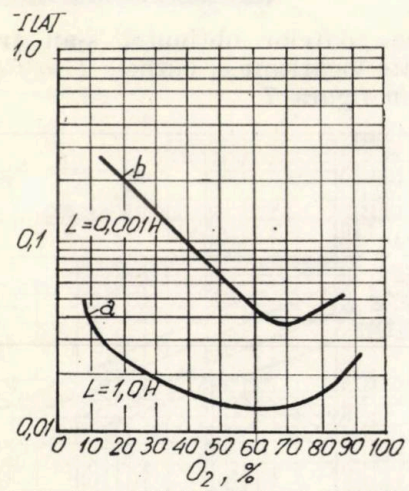


Fig. 2. Dependența curentului minim de aprindere de componența amestecului oxigen-hidrogen:
a — circuit inductiv $L = 1$ H, $E = 70$ V; *b* — circuit neinductiv $L = 0{,}001$H, $E = 70$ V.

aprindere pentru descărcări capacitive prin graficul prezentat în figura 3, [7].

După cum se vede din graficele din figurile 2 și 3, conținutul oxigenului în amestecul explo-

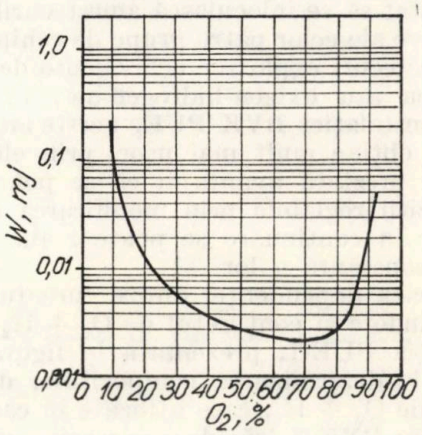


Fig. 3. Dependența energiei minime de aprindere de componența amestecului de oxigen-hidrogen.

ziv la utilizarea pentru încercarea la siguranță intrinsecă a circuitelor electrice trebuie să se regleze de la 8 — 9 la 70%.

Pentru alimentarea camerei de explozie BVK-3 cu amestec de oxigen-hidrogen cu componență reglabilă, și de asemenea cu hidrogen curat (pentru obținerea amestecului de hidrogen-aer) și oxigen curat (pentru obținerea amestecurilor de oxigen cu gaze inflamabile) s-a utilizat instalația electrolitică de alimentare PUE-1

[7], aşa cum se observă în figura 4. Instalaţia electrolitică PUE-1 utilizează, pentru obţinerea amestecului de oxigen-hidrogen cu componenţă reglabilă, procedeul particular al diso-

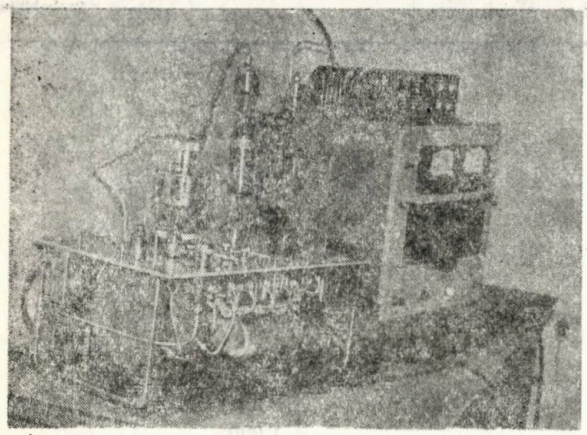


Fig. 4. Alimentarea camerei BVK-3 cu amestec de oxigen-hidrogen de la instalaţia electrolitică PUE-1.

cierii apei într-o cuvă electrolitică cu trei electrozi. Productivitatea instalaţiei este de 0,35 — 0,75 l/min, limitele de reglare a conţinutului de oxigen în amestec de la zero la 100 %, iar aceasta se face comod prin reglarea mărimilor curenţilor şi a distribuţiei lor între electrozii băii.

După cum s-a arătat, pentru rezolvarea problemei de alimentare a camerelor de explozie cu amestec exploziv în mod automat şi continuu, cu menţinerea în tot timpul încercărilor a unei compoziţii constante a amestecului exploziv, s-a căutat să se înlocuiască amestecurile reprezentative ale celor patru grupe de echipamente, cu amestecuri explozive echivalente de oxigen-hidrogen sau oxigen-hidrogen-aer. Prin utilizarea instalaţiei BVK-PUE, aceste amestecuri se pot obţine mult mai uşor, prin electroliza apei şi prezintă avantajul că se pot produce compoziţii reglabile prin modificarea curentului, iar în continuare se poate realiza menţinerea constantă a lor.

Pe baza dependenţei dintre curentul minim de aprindere şi conţinutul de $O_2 + H_2$, pentru instalaţia PUE-1, prezentată în figura 2, s-a trecut la determinarea compoziţiilor de amestecuri de $O_2 + H_2$, care utilizate în camera de încercare BVK-3, să dea curenţii minimi de aprindere, corespunzători celor din normele în vigoare [8, 9]. Pentru circuitele simple cu caracter inductiv studiate s-a utilizat dispozitivul de producere a scînteilor, existent în dotarea camerei, format dintr-o sîrmă de oţel elastică *1*, cu diametrul de 0,5 mm care constituie contactul mobil şi un suport *2*, cu vergele de oţel cu diametrul de 0,05 mm (13 buc.), care constituie contactele fixe, aşa cum se observă în figura 5. Încercările de aprindere în camera de explozie, pentru circuitele inductive simple s-au efectuat pentru tensiunea de alimentare de 24 V, corespunzător celor patru grupe de echipamente. În figura 6 se prezintă instalaţia BVK-PUE, în timpul încercărilor efectuate [4], iar rezultatele obţinute sînt

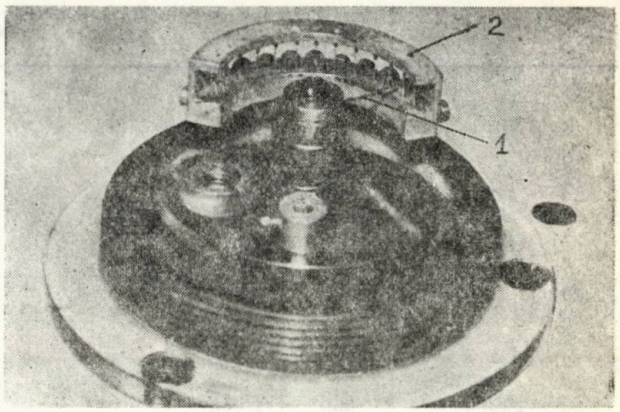


Fig. 5. Dispozitiv de producere a scînteilor pentru încercarea circuitelor inductive.

redate în tabelele 1—4. Conform definiţiei curentului de aprindere [8], încercările s-au efectuat pentru o probabilitate de 10^{-3}; valoarea curentului de aprindere este dată în [mA], iar productivitatea circuitului în [mH].

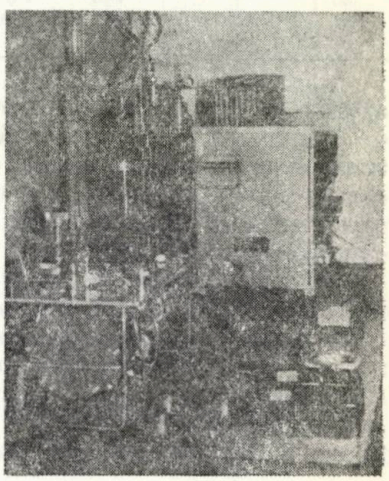


Fig. 6. Instalaţia BVK-PUE în timpul încercărilor circuitelor inductive.

Pe baza datelor obţinute, s-au trasat, în coordonate logaritmice, curbele $I = f(L)$, prezentate în figura 7.

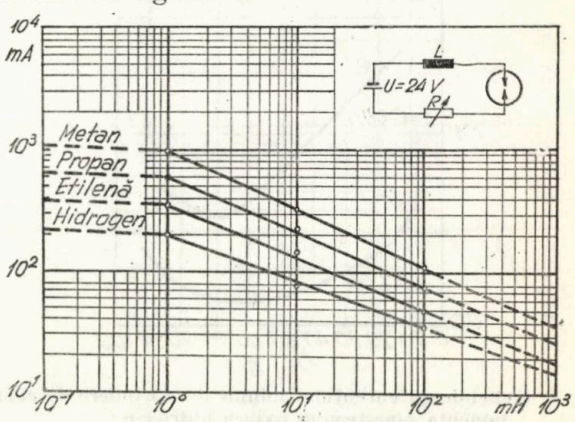


Fig. 7. Dependenţa curentului minim de aprindere în funcţie de inductivitatea circuitului, pentru tensiunea $U = 24$ V.

Tabelul 4

Rezultatele încercărilor pentru stabilirea echivalenței între conținutul de $O_2 + H_2$ și amestecul reprezentativ din grupa II-C — HIDROGEN

Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scintei	Nr. de explozii	Probabilitate	Nr. crt.	O_2, %	L, mH	I, mA	Nr. de scintei	Nr. de explozii	Probabilitate
1	45	1	200	360	5		24			80	1 000	1	
2	46	1	200	300	3		25			80	1 000	2	
3	45	1	200	220	4		26			80	1 000	0	
4	44	1	200	480	5		27			80	1 000	2	
5	44	1	200	260	3		28	36	10	80	1 000	0	10^{-3}
6	44	1	200	640	3		29			80	1 000	1	
7	42	1	200	600	4		30			80	1 000	1	
8	40	1	200	1 000	4		31			80	1 000	1	
9	38	1	200	2 000	3		32			80	1 000	1	
10	36	1	200	2 000	0		33				1 000	1	
11				1 000	1		34				1 000	0	
12				1 000	2		35				1 000	2	
13				1 000	0		36				1 000	3	
14				1 000	1		37	36	100	35	1 000	0	
15	36	1	200	1 000	1	10^{-3}	38				1 000	1	10^{-3}
16				1 000	2		39				1 000	0	
17				1 000	1		40				1 000	1	
18				1 000	0		41				1 000	1	
19				1 000	1		42				1 000	1	
20			80	1 000	1		43				200	4	
21	36	10	80	1 000	2		44	38	100	35	200	5	
22			80	1 000	1		45				146	3	
23			80	1 000	0		46				160	2	

Tabelul 5

Compoziția amestecului universal $O_2 + H_2$, pe grupe de echipamente

Grupa echipamentului	Circuitul electric care se verifică	Compoziția amestecului de verificare, de O_2+H_2, %
I	R și L	12+88
II A	R și L	15+85
II B	R și L	22,5 + 77,5
II C	R și L	36+64

Se observă că valorile curenților minimi de aprindere obținuți sînt sensibil egali cu cei prezentați în normele în vigoare [8, 9], lucru care confirmă justețea metodologiei aplicate. Rezultatele încercărilor efectuate au permis să se elaboreze tabelul 5, care cuprinde echivalența între amestecurile reprezentative ale celor patru grupe de echipamente și cel de $O_2 + H_2$, produs prin electroliză în instalația PUE-1.

Concluzii

Instalația de încercare BVK-PUE, care a fost pusă în funcțiune și cu ajutorul căreia s-au efectuat încercări experimentale, față de alte instalații similare prezintă avantaje de prim ordin și anume : poate fi echipată cu toate dispozitivele de scînteiere cunoscute pînă în prezent, menținerea constantă a compoziției amestecului exploziv fixat inițial în tot timpul încercărilor, automatizarea completă a tuturor operațiilor etc.

Perfecționarea metodologiei de încercare a echipamentelor cu siguranță intrinsecă se poate realiza prin folosirea amestecului universal de $O_2 + H_2$ cu diferite compoziții corespunzătoare celor patru grupe de echipamente, conform tabelului 5.

BIBLIOGRAFIE

[1] *** *Metodika ispitanii iskrobezopasnih elektriceskih țepei.* CAER, tema 144—3/71, Novokuznețk, 1973.

[2] Frey, G. *Ergebnisse neur Untersuchungen über Eigensicherheit elektrischer Geräte und Anlagen,* Elektrie, 1960 nr. 4, p. 115—126.

[3] Păsculescu, M. *Perspective ale construcției antigrizutoase a utilajelor electrice miniere.* Studiu-referat, I. M Petroșani, 1973.

[4] Păsculescu, M. și Nguyen, K. *Circuite electrice cu siguranță intrinsecă.* I. M. Petroșani, 1974.

[5] Sabatin, I. *Probleme ale utilizării energiei electrice în atmosfere industriale inflamabile.* Teză de doctorat, I. P. Timișoara, 1969.

[6] Serov, V. I. și Hmeli, G. H. *Avtomaticeskaia vzrivnaia kamera tipa BVK-3 dlea ispitania elektriceskih țepei na iskrobezopasnosti.* Rukovodstvo po ekspulatații. I. G. D. im. A. A. Skocinskogo, Moskva 1966.

[7] Serov, V. I. și Vinogradov V. P. *Elektroliticeskoe pitaiușcee ustroistvo PUE-1 dlea ispitania elektriceskih țepei na iskrobezopasnosti.* Instrukția po ekspluatații I. G. D. im. A.A. Skocinskogo, Moskva, 1966.

[8] * * * STAS 6877—68/73.

[9] * * * *Vorschriften für schlagwetter und explosions geschutzte electriche betrebsmittel.* VDE-0170/2—61, 0171/2—61.

Ing. D. Bodnăreseu

Considerații privind efectul de super-skin

Fenomenele care produc o serie de dificultăți pe căile afluxului fluidelor din strat în gaura de sondă reprezintă probleme fundamentale și permanente pentru inginerul specialist modern în extracția țițeiului.

Sub aspectul măririi factorului final de recuperare a țițeiurilor parafinoase, problema a fost studiată în șantierul Urlați între anii 1943—1948, cînd autorul prezentei lucrări a definit și explicat efectul denumit ulterior super-skin în lucrările publicate de Academia R.S.R. în Studii și cercetări de mecanică aplicată în 1966.

Principalele idei sînt expuse în brevetul de invenție 1084/40197 din 20.I.1947 (dosar OSI 38923) cu titlul „Recuperarea țițeiului remanent din stratele cu țiței parafinos".

La baza acestor studii au stat o serie de observații asupra unor curbe caracteristice de declin ale stratelor de țiței parafinos și anume curbele producției zilnice, în funcție de timp și de producția cumulativ extrasă. Rezultatele din acea vreme, datorită luării unor măsuri de combatere a efectului de super-skin, au fost spectaculoase. Strate care erau destinate abandonării și-au îmbunătățit debitul revenind de la pompaj în erupție. Recuperarea finală din aceste strate, care era în jur de 3—5 500 tone, respectiv circa 1 000 tone/m de grosime de strat, a sporit cu 10—50%.

Din 1948—1952 Van Everdingen a studiat, sub formă cu totul generală, problema dificultăților afluxului în gaura de sondă considerînd seria de fenomene ca defecte de deteriorare a permeabilității stratului pe o porțiune ce înconjoară gaura de sondă.

Van Everdigen a considerat că din punct de vedere fizic au de suferit căile de drenare ale fluxului datorită unor pelicule sau depuneri la pereți și din această cauză a denumit fenomenul fizic skin-effect (efect pelicular, efect parietal). Din 1952 considerarea aspectelor științifice ale skin-efectului au fost treptat lărgite și aprofundate.

În evoluția istorică rapidă a dezvoltării științei petrolului, combaterea skin-efectului a dus la perfecționarea continuă a metodelor de stimulare. O dată cu acestea, începînd din anul 1964, în special în U.R.S.S. și S.U.A., se dezvoltă, din ce în ce mai mult, tehnica de studiere pe baza curbelor de declin, după o metodologie la fel cu cea folosită de noi în anii 1943—1948 (și ulterior).

În țara noastră, în cadrul I.C.P.P.G. Cîmpina și în cadrul Institutului de Petrol și Gaze s-au întreprins o serie de studii, cercetări și aplicații, multe dintre acestea cu rezultate valoroase *.

Efectul de super-skin a fost definit și studiat la sonde producînd țiței parafinos.

În grupul fenomenelor de super-skin trebuie incluse :

— depunerile din țițeiul din strat pe canalele de drenaj din jurul găurii de sondă ;

— depunerile din apele extrase din strat odată cu țițeiul.

Ideea de bază în fenomenul de super-skin a fost ipoteza că din țițeiul în mișcare în zona de aflux din strat în sondă se produce depunere de parafină și fracțiuni grele, care obturează treptat canalele de drenaj, producînd deranjamente în regimul de curgere din strat prin deplasări de nisip, scădere de producție substanțială, o curbă caracteristică de declin și în final scoaterea prin abandonare (provizorie sau definitivă) a stratului din producție. Treptat, în timp, aceste ipoteze au fost confirmate mai ales prin studiile din ultimii ani.

În 1963 Zisman [8] a emis teoria că formarea unor pelicule în strat se datorește unor hidrocarburi complexe, de fapt legate la CH— cu grupuri care au tensiuni superficiale critice, circa 22—24 dine/cm, respectiv inferioare soluției în benzen — 33 dine/cm.

Cînd temperatura de agitare a soluției-mame scade, atunci în pelicule se observă prezența unor particule dezordonate.

Birdwell [9] și Patton cu Jessen [10] în probele efectuate au găsit o mare cantitate de substanțe asfaltoase cristaline. Dintre acestea, cele cu catene lungi floculează particulele coloidale asfaltoase. Benzenul acționează ca dizolvant, dispersînd particulele asfaltoase coloidale pe molecule polare și nepolare, care formează structuri peliculare. Astfel, moleculele polare de ftalați și benzoați de esteri stau cu partea polară în apă, grupurile C = 0 și C — 0 situîndu-se la limita apă/țiței, iar catenele de CH_3 găsindu-se în hidrocarburi așa cum se vede în figura 1.

După cum se vede, catenele simple sau duble sînt orientate perpendicular pe limita apă/ /hidrocarburi și la această limită alcătuiesc pelicula din catene de hidrocarburi liniare unite ce aparțin compușilor cristalini polari și alifatici.

* Menționăm în special lucrările prof. dr. ing. Ioachim G., prof. dr. Manolescu G., prof. dr. Oroveanu M., prof. Tocan, prof. Soare, (din cadrul I.P.G.G.), precum și ale dr. ing. Aldea Gh., dr. ing. N. Cristea, dr. ing. Adamache I., dr. ing. Vernescu A., dr. ing. Socol Se., ing. Enache D., dr. ing. Penescu T. și ing. Codreanu D.

În 1968 Hasiba şi Jessen [11] au reluat problema şi au ajuns la următoarele concluzii.

1. În stare de comprimare peliculele din soluţiile fracţiilor asfaltoase sînt insolubile în faza din care au luat naştere, ceea ce explică

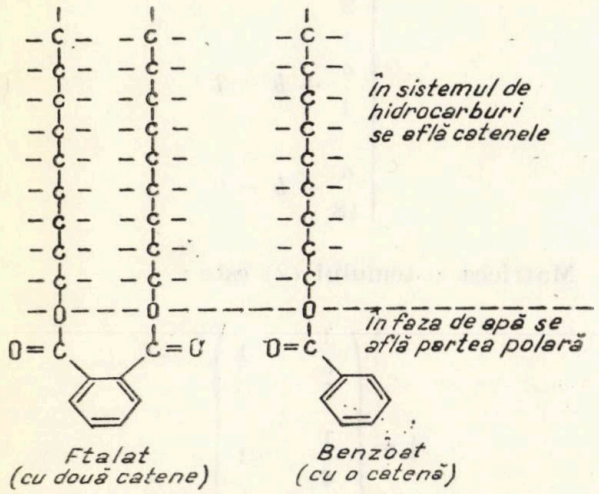


Fig. 1. Comportarea substanţelor peliculogene din ţiţei.

prezenţa lor după formare (stabilitatea lor), iar pelicula este formată din grupul de catene strîns legate.

2. Substanţele polare peliculogene din ţiţeiuri sînt compuse din eteri alifatici ai acizilor aromatici, conţinînd şi o cantitate mai mică de nitrocompuşi organici, derivaţi de chinolină, naftalină şi antracen.

3. Greutatea moleculară a substanţelor peliculogene este de 200—400.

4. Moleculele polare ale fracţiilor asfaltoase sînt reprezentate, fie ca atare (libere), fie constituie parte integrantă a particulelor asfaltenice. În acest din urmă caz, se poate presupune că solventul joacă rolul de activator, provocînd scinderea particulelor asfaltenice şi degajînd astfel compuşii individuali adică moleculele polare şi nepolare.

5. Depunerile de parafină pot fi preîntîmpinate în cazul cînd ţiţeiul conţine în formă liberă o cantitate suficientă de molecule polare capabile să formeze pelicule comprimate, analoge ca natură cu peliculele insolubile în ţiţeiul din care au luat naştere (studiile s-au efectuat pe astfel de pelicule).

O nouă orientare aduc şi studiile lui Abramov şi Kovalev.

Astfel, o primă proprietate caracteristică a ţiţeiurilor parafinoase este aceea că trebuie considerate, nu ca un lichid sau un fluid omogen, ci mai degrabă ca un sistem dispers care, din punct de vedere reologic, nu se conformează legii lui Newton ce defineşte viscozitatea ca o constantă, confirmînd astfel studiile noastre dintre anii 1944—1947 anterior menţionate.

Aceste ţiţeiuri apar sub forma unor structuri condiţionate de prezenţa unor faze solide care, prin precipitare, produc schimbări în regimul de curgere. Fenomenul se prezintă sub forma unor anomalii de viscozitate, funcţie de gradientul de viteză şi de tensiunea limită de forfecare. Elementul caracteristic este temperatura iniţială de cristalizare a parafinei, iar intervalul în care se produce această cristalizare reprezintă tocmai intervalul în care se produce anomalia. Multe dintre studiile efectuate fiind limitate în sus la 50°C au pierdut fenomenul care interesează.

Noile studii s-au efectuat pe un interval mai mare de temperatură şi anume 90°C—20°C. Astfel, a fost inclusă întreaga gamă de ţiţeiuri, de la cele cu cîteva procente de parafină, pînă la limita superioară de ţiţei parafinos şi anume circa 20—21%, aşa cum are ţiţeiul de Uzen (U.R.S.S.).

Totuşi, trebuie făcute o serie de observaţii. În primul rînd este vorba de ireversibilitatea fenomenelor din strat, în cazul metodelor primare şi secundare de extracţie. Pe măsură ce se extrage ţiţeiul din strat, în timp, proprietăţile variază. În laborator experienţele se pot relua şi se pot realiza condiţii de reversibilitate relativă.

Într-un şantier vechi, în care distanţele între sonde ar fi mari (circa 400 m) şi s-ar săpa o reţea intermediară de sonde, ar trebui urmărite toate aceste elemente care ar putea permite stabilirea unor relaţii mai justificabile din punctul de vedere al rezultatelor practice de şantier.

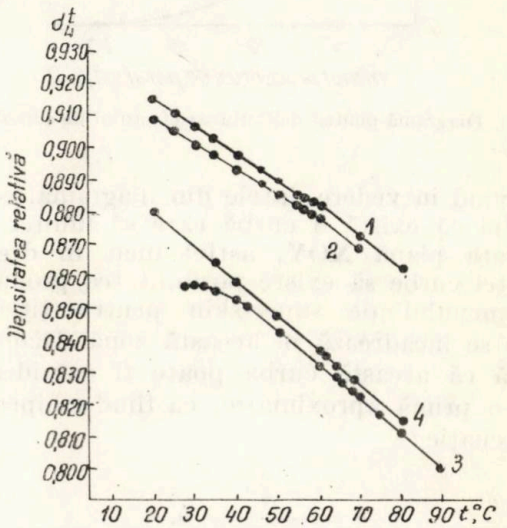


Fig. 2. Variaţia densităţii relative a ţiţeiurilor parafinoase în raport cu temperatura (după Abramov şi Kovalev):
1 — ţiţei parafinos de Valentinov; *2* — ţiţei parafinos de Radaevsck; *3* — ţiţei parafinos de Usen; *4* — ulei de transformatori.

Din punctul de vedere a fenomenului de super-skin, rămîne valabilă observaţia importanţei procesului de precipitare al parafinei în strat.

Întrebarea care rămîne deschisă este aceea a posibilităţii de prevedere a fenomenului în

sensul de a putea distinge la ce fel de ţiţeiuri este posibil fenomenul de super-skin. În acest scop vom considera datele pentru corelarea dintre procentul de parafină şi punctul de congelare a ţiţeiului, extrase din Cerchez ş.a. — Parafina, Ed. tehnică, 1957, p. 22—23, Drăgotescu N. ş.a. — Transportul ţiţeiului şi gazelor pe conducte, Ed. tehnică 1962, p. 10 (pe care nu le mai reproducem).

Cu ajutorul acestor date vom trasa o diagramă în coordonate carteziene şi anume punctul de congelare în ordonată şi procentul de parafină în abscisă (v. fig. 3).

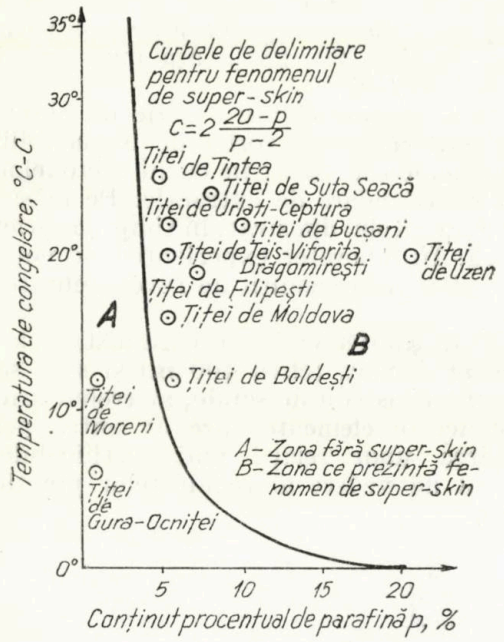


Fig. 3. Diagramă pentru delimitarea efectului de super-skin.

Avînd în vedere datele din diagramă, considerăm că există o curbă care să limiteze suprafaţa plană XOY, astfel încît în dreapta acestei curbe să existe posibilitatea producerii fenomenului de super-skin pentru ţiţeiurile care se încadrează în această zonă. Diagrama arată că această curbă poate fi considerată, într-o primă aproximaţie, ca fiind o hiperbolă de ecuaţie :

$$c = \frac{a}{p-2} + b. \tag{1}$$

Hiperbola (1) are drept asimptotă verticală dreapta $p = 2$. Pentru a determina parametrii a şi b, considerăm tipurile de ţiţei cu caracteristicile : $c = 16$, $p = 4$; $c = 7$, $p = 6$ şi $c = 0$, $p = 20$ care ar fi oarecum în condiţii limită pentru producerea fenomenului de super-skin.

Este necesar deci ca curba (1) să treacă prin punctele (4 ; 16) ; (6 ; 7) şi (20 ; 0), ceea ce se traduce prin relaţiile :

$$\begin{cases} \dfrac{a}{2} + b = 16 \\ \dfrac{a}{4} + b = 7 \\ \dfrac{a}{18} + b = 0 \end{cases} \tag{2}$$

Matricea sistemului (2) este :

$$A = \begin{pmatrix} \dfrac{1}{2} & 1 \\ \dfrac{1}{4} & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \tag{3}$$

cu matricea completă $A_{compl.}$:

$$A_{compl.} = \begin{pmatrix} \dfrac{1}{2} & 1 & 16 \\ \dfrac{1}{4} & 1 & 7 \\ \dfrac{1}{18} & 1 & 0 \end{pmatrix} \tag{4}$$

de rang 2 şi avînd determinantul D :

$$D = 16\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{18}\right) - 7\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{18}\right) = 0 \tag{5}$$

Rezolvînd sistemul rezultă :

$$\begin{cases} a = 36 \\ b = -2 \end{cases} \tag{6}$$

Ca atare relaţia căutată este :

$$c = \frac{36}{p-2} - 2 \tag{7}$$

sau :

$$c = 2\frac{20-p}{p-2}. \tag{8}$$

Prin această curbă se trasează un spațiu plan care permite evaluarea posibilității de producere a fenomenului de super-skin. Între această curbă și axele de coordonate, caracteristicile unui țiței astfel plasat arată că este puțin probabilă producerea efectului super-skin. În partea cealaltă a curbei, respectiv în partea sa din dreapta, caracteristicile unui țiței plasat în această zonă arată maximum de posibilitate de producere a efectului de super-skin. Ca atare, fenomenul de super-skin se produce la acele țițeiuri la care conținutul de parafină respectiv în hidrocarburi de tip parafinic normal care conțin 20—35 atomi de carbon corespunzînd unor puncte de topire între 32° C — 70°C pot precipita în timpul procesului de extracție a țițeiului.

Noi am definit aici convențional atît noțiunea de *parafină* cît și proprietatea țițeiurilor de a prezenta fenomenul de super-skin. Parafina care precipită în strat cuprinde, pe lîngă parafina pură studiată în tratatele clasice (13) (14) (15) (16) (17) (19) (20), și o serie de alte elemente care pot precipita din diverse fracțiuni și alcătui filme și pelicule sau pot flocula sau dispersa faze solide în suspensie sau faze coloidale de natura asfaltenelor.

Depuneri din apele extrase o dată cu țițeiul. Spre deosebire de depunerile din țiței, unde am văzut că rolul principal îl joacă temperatura, în cazul depunerilor din apele de zăcămînt, rolul important îl joacă presiunea. Astfel, căderea de presiune din zăcămînt sau din gaura de sondă poate produce eliberarea CO_2 din ionul de bicarbonat. Temperatura influențează direct asupra solubilității sulfaților și carbonaților putînd duce la cristalizarea și depunerea unor cantități de săruri.

Depunerile din apele de zăcămînt sînt bine cunoscute, în special la sondele în pompare de adîncime, la care se poate studia cu ușurință fenomenul respectiv.

Menționăm că este posibil a se studia, în continuare, această problemă prin aplicarea metodei Monte-Carlo. Pentru început ne putem limita la tăietura plană obținută pe cale de algebră matricială care dă, în orice caz, o primă și prețioasă indicație.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bodnărescu, D. *Recuperarea țițeiului remanent din stratele cu țiței parafinat.* Brevet de invenție 1084/40197 din 20 ianuarie 1947 (dos. OSI—38923)

[2] Bodnărescu, D. *Raport de activitate a Schelei Urlați pe anul 1945.*

[3] Bodnărescu, D. *Asupra efectului de super-skin.* Studii și cercetări de mecanică aplicată. Ed. Academiei R.S.R., nr. 3, 1968, p. 521—525.

[4] Bodnărescu, D. *On the super-skin effect and the Oil recovery problem.* Rev. Roum. de Sci, tehn. Serie de mecanique appliquée Tome 13, nr. 3, 1968.

[5] Van Everdingen *Skin-efectul și influența sa asupra capacității de producție a unei sonde* (*în limba engleză*) Publicată în Transactions SPE—AIME—SUA — 1952.

[6] Ioachim, G. *Exploatarea zăcămintelor de țiței și gaze.* Ed. tehnică, 1966.

[7] Van Poolen, H. K. *Well-bore damage — It causes and how to correct them.* Oil and Gas journal, 26 sept. 1966, p. 73—79.

[8] Zisman, W. A. Ind. Eng. Chem. 55, nr. 19, 1963.

[9] Birdwell, B. F. *Teză de doctorat.* The University of Texas. ian. 1964.

[10] Patton, C. C. și Jessen F. W. S.P.E. journal nr, 5, 1965, pag. 333.

[11] Hasiba, H. H. și Jessen, F. W. *Film forming compounds from crude oils, interfacial films and paraffin deposition.* Journal of Canadian Petrolum Technology Canada, 7 nr. 1, ian. 1968 p. 1—2.

[12] Abramov și Kovalev. *Despre problema determinării începutului de cristalizare a parafinei în țiței.* Neftepriminslovoe Delo, URSS, mai 1967, p. 20—22.

[13] Ioachim, Gr. *Exploatarea zăcămintelor de țiței și gaze.* Ed. tehnică 1961.

[14] Cerchez, V. ș.a. *Parafina.* Ed. tehnică, 1957.

[15] Nielsen, H. *New production, hope forlow gravity parafiin — bore wells* + Oil în Canada, nr, 12 3313/6, 1960, 130.

[16] Winkler, A. K. *The exploitation of oil fields of extremely ligh viscozity.* Comunicare la al 3-lea Congres Mondial al Petrolului, vol. II.

[17] Hirsch, Jt. și Fisher, F. K. *The Chemistry of Petroleum Hydrocorbons Reinhold Publishing Co,* New York, Vol. II, cap. 3, 1955.

[18] Creangă, I. *Curs de chimia țițeiului.* Ed. didactică și pedagogică, București 1963.

[19] Dragotescu, N. *Transportul țițeiului pe conducte.* Ed. tehnică, 1962.

[20] Rădulescu H. ș.a. *Proprietățile țițeiurilor românești.* Ed. tehnică, 1966.

Ing. I. Becleanu şi ing. V. Ţiplea

Optimizarea calităţii utilajelor, condiţie pentru realizarea sarcinilor de producţie ale industriei miniere

Prevederile actuale şi în perspectivă, cu privire la tehnologiile de producţie şi de preparare a minereurilor neferoase consemnează o modificare sensibilă a modului de abordare a problemelor din acest sector al industriei miniere.

Punerea în valoarea a unor zăcăminte cu conţinut redus de metal (andezite, banatite etc.) sau a unor produse noi (sulf, disten etc.) au impus modificări esenţiale în tehnologiile de producţie şi de preparare, caracterizate, atît printr-o concepţie nouă adecvată situaţiei, cît şi prin volumul mare de material deplasat şi prelucrat în unitatea de timp.

Astfel apare necesitatea folosirii excavatoarelor cu cupă de 12 m³, autobasculantelor de 100 t sarcină utilă şi respectiv a instalaţiilor de preparare, cu capacităţi de 40 000—50 000 t/zi.

Diversificarea condiţiilor noi de exploatare şi preparare a minereurilor neferoase trebuie însă să se realizeze în paralel cu optimizarea tehnologiilor de producţie şi preparare din capacităţile actuale pentru care rezervele geologice existente le asigură funcţionarea şi în viitorul apropiat.

Realizarea acestor obiective a determinat declanşarea unui amplu program de modernizare a utilajelor cu performanţe tehnice depăşite, completarea gamelor celor recent introduse în fabricaţie, precum şi asimilarea unor noi utilaje.

La proiectarea utilajelor noi şi modernizate, au intervenit o serie de factori determinanţi, specifici etapei actuale de dezvoltare a tehnicii mondiale, printre care se menţionează reducerea consumurilor de materiale la realizarea utilajului şi a consumului de energie în exploatare, mecanizarea şi automatizarea proceselor, mărirea siguranţei în exploatare şi a fiabilităţii subansamblelor, reducerea cheltuielilor de întreţinere şi repararea, tipizarea, utilizarea înlocuitorilor etc.

Influenţele acestor factori determinanţi asupra eficienţei economice a utilajelor noi au făcut obiectul unor studii ample şi fundamentate prin experimentări concludente.

Proiectanţii şi furnizorii de utilaje miniere din cadrul Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei, receptivi la importanţa acestei acţiuni de optimizare a calităţii utilajelor realizate, şi-au dirijat atenţia asupra acesteia, obţinînd primele rezultate pozitive.

Plecînd de la constatarea degradării rapide în exploatare a unor repere sub influenţa mediului coroziv sau abraziv, s-a trecut la înlocuirea oţelurilor normale din care aceste repere erau confecţionate, cu oţeluri aliate (antiacide sau anticorozive), precum şi la protejarea pe cale electrolitică a suprafeţelor accesibile agenţilor agresivi sau abrazivi.

Costurile superioare ale acestor repere îmbunătăţite au fost recuperate cu depăşire de beneficiari, atît prin reducerea substanţială a cantităţilor consumate şi prin reducerea consumului de manoperă pentru înlocuire, cît şi prin reducerea pierderilor de producţie în timpul stagnărilor.

De regulă, dacă un reper îmbunătăţit are un cost superior cu 150—200%, economiile calculate însumează între 200% şi 500%, din care cel puţin 200% reprezintă numai economiile prin reducerea consumului la mai puţin de jumătate din consumul iniţial.

Nu trebuie neglijat nici faptul că pe lîngă realizarea unei economii valorice, se diminuează corespunzător şi necesarul de materiale şi respectiv efortul pentru producerea lui (surse, prelucrări etc.).

Exemplu concret în acest sens îl constituie înlocuirea oţelului marca OL-50 cu marca 2 OC 130 la confecţionarea roţilor de acţionare şi a cremalierei la platforma de săpat suitori, care au condus la dublarea duratei de serviciu între două reparaţii ale acestui utilaj.

De asemenea, s-a obţinut o prelungire considerabilă a funcţionării pompelor de tulbureală prin executarea bucşei de uzură din oţel 90 C 180 sau OSL-7-Cr, tratat termic la 50—55 HRC, înlocuirea rotorului cu palete demontabile cu rotor monobloc şi prin utilizarea unui cauciuc antiabraziv de calitate superioară.

Aceste încercări, deocamdată timide, de a aborda acţiunea amplă şi cu vaste posibilităţi de reducere a consumurilor de materiale şi forţă de muncă calificată, trebuie susţinute şi impulsionate pe toate căile şi la toate nivelurile de coordonare.

În prezent sînt realizate probe de materiale ceramice, plastice sau din metale aliate, cu caracteristici tehnice deosebite.

De asemenea, se experimentează tehnologii de fabricaţie superioare şi primele rezultate sînt deja consemnate, aşa încît se poate afirma că în acest domeniu de acţiune există o bază materială suficientă pentru declanşarea unei acţiuni de anvergură.

Trebuie însă înţeles că eforturile pe această linie nu aparţin numai cercetării, proiectării şi constructorilor de utilaje. Prima şi principala sarcină în acest domeniu revine beneficiarilor,

care trebuie să stabilească concret și fundamentat reperele și subansamblele sensibile în exploatare și cauzele și eforturile deosebite la care trebuie să răspundă.

În acest sens, este necesar ca specialiștii beneficiarilor să urmărească, cu deosebită atenție, comportarea în exploatare a utilajului, să selecționeze reperele sensibile și printr-o analiză tehnică și obiectivă să sistematizeze concluziile semnificative necesare proiectanților și constructorilor.

Această anchetă calificată are, în principal, scopul de a elimina din acțiune influențele greșelilor accidentale sau sistematice de exploatare a utilajului, fiind în același timp un prilej de a le identifica și contracara prin măsuri locale adecvate.

În paralel, acțiunea de depistare de noi materiale și tehnologii de fabricație și de determinare cu cît mai multă precizie a caracteristicilor lor tehnice și a domeniului de aplicare posibil trebuie să constituie preocuparea în continuare a proiectanților și constructorilor de utilaje.

Desigur că o conjugare a eforturilor celor trei factori interesați (proiectant, executant și beneficiar) constituie soluția optimă de rezolvare a problemei. În acest sens, ultimile indicații date de organele superioare de partid și de stat cu privire la sarcinile și răspunderile proiectanților pentru finalizarea soluțiilor elaborate, sarcinile și răspunderile executanților cu privire la încercarea în uzină a produselor realizate și garantarea performanțelor indicate, cît și sarcinile și răspunderile ce revin beneficiarilor de a asigura condițiile necesare unei exploatări intensive și corecte a utilajului din dotare, se armonizează perfect cu această acțiune de optimizare a performanțelor tehnice.

Repartizarea sarcinilor și urmărirea desfășurării fazelor pe etape, a acestei acțiuni de optimizare a utilajelor, conform unui program unitar, este necesară pentru corelarea eforturilor pe ansamblul industriei miniere și în special pentru fructificarea realizărilor prin generalizarea lor pentru evitarea paralelismelor în cercetare.

La repartizarea sarcinilor de optimizare trebuie să se aibă în vedere o serie de factori care influențează operativitatea și calitatea rezultatelor. Dintre aceștia se menționează îndeosebi :

— experiența și specializarea uzinei producătoare pentru o gamă de utilaje pe care le fabrică și cărora le-a adus deja o serie de îmbunătățiri, așa încît are o preocupare organizată și o orientare în acțiuni, deja formată ;

— existența unor colective de specialiști, cu experiență și preocupări pentru cercetarea și aplicarea în practică a noilor materiale și tehnologii apărute ;

— existența unor locuri de muncă, ușor accesibile unde să se poată experimenta și urmări concludent rezultatele ;

— existența condițiilor pentru urmărirea eficientă (continuă și calificată) a comportării în exploatare a noilor soluții tehnologice și constructive ;

— stabilitatea relațiilor și a personalului specializat pentru a se putea asigura continuitatea și unitatea programului de optimizare ;

— găsirea unor furnizori de materiale, operativi în livrări neplanificate și receptivi în adoptarea de rețete și tehnologii noi.

Orice soluție nouă, consacrată, a parcurs o etapă de tatonări, în care cheltuielile materiale, și de forță de muncă nu au putut fi recuperate imediat, din valoarea rezultatelor.

Au fost cazuri cînd tatonările s-au încheiat cu un eșec pe linia căutărilor respective. Asta nu înseamnă însă că s-au irosit materiale și forță de muncă fără nici un profit. Chiar și aceste eșecuri au o valoare, deoarece pe de o parte se va evita o încercare similară în viitor, iar pe de altă parte, concluziile inerente ce se trag în urma oricărei experimentări sînt valabile pentru orice alte acțiuni similare, permițînd alegerea unor căi de acțiune cu mai multe șanse de succes.

În lumina factorilor de influență arătați mai sus, în industria minieră optimizarea utilajului de producție și preparare s-ar putea organiza astfel.

1. Pentru utilajele de producție și preparare a *cărbunilor bruni*, acțiunea ar trebui concentrată la Petroșani. Aici există o uzină (I.U.M. Petroșani) cu tradiție în construcția de mașini specifice, există organizații de cercetare și proiectare, sînt concentrate în apropierea locurilor de muncă unde se pot face experimentări și există specialiști cu experiență și preocupări susținute în acest domeniu.

Pentru acest colectiv programul de optimizare ar trebui să cuprindă utilaje din următoarele categorii :

— preparații de cărbune ;

— utilaj și aparatură electrică antigrizutoasă ;

— transportoare blindate, cu raclete ;

— utilaje pentru puțuri (mașini de extracție, colivii, DLC-uri etc.) și pentru rampele acestora ;

— elementele pentru automatizarea proceselor de producție, în construcție antigrizutoasă ;

— monoraiuri (transport suspendat pe monoșină).

2. Pentru utilajele de producție și sortarea *lignitului provenit din subteran*, condițiile cele mai bune pentru optimizarea utilajelor sînt la Filipești de Pădure.

În această zonă, uzina și mina de la Filipești de Pădure, cît și cercetătorii și specialiștii de la Ploiești și Cîmpulung, constituie un organism

capabil să rezolve problemele acestora pentru următoarele categorii:

— transportoare cu benzi de cauciuc;
— utilaje de sortare a lignitului;
— trolii de mină;
— ventilatoare axiale pentru aeraj local;
— pompe de mină pentru ape neagresive;
— susţineri mecanice şi hidraulice.

3. Pentru utilajele de producţie şi gospodăriile de *lignit provenit din cariere*, uzina de la Rogojelu specialiştii din carierele de la Rovinari şi organizaţia de cercetare şi proiectare de la Craiova, ar putea constitui organismul care să rezolve optimizarea următoarelor categorii de utilaje:

— utilaje pentru gospodăriile de cărbune;
— benzi transportoare de mare capacitate;
— excavatoare cu rotor şi abzeţere;
— utilaje auxiliare pentru cariere (cărucioare de bandă, poduri de taluz etc.).

4. Pentru utilajele de producţie a *minereurilor feroase*, preocuparea pentru optimizare s-ar putea concentra în zona Deva, unde uzina de la Criscior, minele de la Barza şi Deva, precum şi specialiştii de la aceste mine şi din grupa de cercetare şi proiectare de la Deva pot constitui cadrul material şi conceptiv pentru această acţiune.

Aici ar trebui rezolvate problemele următoarelor utilaje:

— vagonete şi locomotive de mină;
— maşini de încărcat;
— utilaj şi instalaţii pneumatice (perforatoare, motoare etc.).

5. Pentru utilajele de producţie şi preparare a *minereurilor metalifere neferoase*, Institutul de cercetare şi proiectare, Uzina de utilaj minier şi concentrarea minelor în jurul oraşului Baia Mare, împreună cu specialiştii acestor unităţi de proiectare şi producţie, constituie un cadru material şi conceptiv deosebit de propice pentru optimizarea următoarelor categorii de utilaje specifice:

— utilaje pentru preparaţii de minereuri neferoase (mori, celule, pompe pentru lichide agresive etc.);
— elemente pentru automatizarea proceselor de producţie şi prepararea minereurilor metalifere şi nemetalifere.

6. Pentru utilajele de producţie şi preparare a *minereurilor nemetalifere*, există posibilităţi de optimizare prin organizarea acestei acţiuni cu concursul organizaţiei de proiectare de la Cluj, a uzinei de la Alba Iulia şi a minelor din jurul Clujului, în special pentru următoarele categorii de utilaje:

— utilaje pentru instalaţiile de sortare şi preparare (mori de micronizare, sortatoare, alimentatoare etc.);
— excavatoare cu cupă.

Pe ansamblul industriei miniere, coordonarea acestei acţiuni trebuie să se realizeze de minister, prin direcţia tehnică. Desigur, că un rol deosebit de important în armonizarea eforturilor va trebui să-l aibă relaţiile directe şi permanente dintre aceste şase colective arătate mai sus, atît pentru informare reciprocă, cît şi pentru colaborarea în rezolvarea unor probleme, completîndu-şi reciproc posibilităţile materiale (standuri, utilaje de laborator, locuri de experimentare în producţie etc.) şi conceptivă (specializare, capacităţi de cercetare şi proiectare etc.).

În sprijinul acestei acţiuni, trebuie să acţioneze şi alte organe ale ministerului ca de exemplu:

— Centrul de perfecţionare a cadrelor, care să introducă în programul de predare teme care să trateze cele mai noi realizări în optimizarea utilajului.

— Oficiul de informare documentară, care să selecţioneze şi să pună la dispoziţia colectivelor noutăţile tehnice din acest domeniu apărute în literatura de specialitate şi pe piaţa mondială etc.

O preocupare sistematică, şi susţinută pentru această acţiune este capabilă să rezolve o serie de probleme importante pentru creşterile de producţie şi productivitate, în paralel cu sarcinile de reducere a consumului de materiale, energie şi forţă de muncă, prevăzute în perspectivă pentru industria minieră.

Fără optimizarea calităţii utilajelor fabricate şi folosite în industria minieră, nu este posibilă dezvoltarea acesteia la nivelul ţărilor avansate şi nici atingerea şi depăşirea nivelului tehnic şi social scontat.

La realizarea acestei acţiuni trebuie să colaboreze toţi salariaţii din industria minieră, fiecare în cadrul competenţelor acordate şi conform cu pregătirea şi capacităţile sale intelectuale.

Informații

Cel de-al XI-lea Congres internațional de preparare a minereurilor Cagliari — Italia (21—26 aprile 1975)

Sesiunea de lucru a celui de-al XI-lea Congres internațional de preparare va avea loc în Cagliari între 21 și 26 aprilie 1975, în Sala Congreselor a Expoziției Internaționale din Sardinia.

Redăm în continuare lista referatelor admise pentru prezentare și discuții la congres.

1. L. A. Adorjan. *Despre teoria compresiunii sedimentare.*
2. J. A. I. Andrews și T. S. Mika. *Observații asupra unui material heterogen: stabilirea unui model pentru fenomenul dezasocierii.*
3. Y. A. I. Attia și J. A. Kitchener. *Dezvoltarea de polimeri complecși pentru floculația selectivă a minerale-lor de cupru.*
4. P. Auge, A. Bahr și H. Köser. *Depresarea selectivă a silicaților la flotația scheelitei cu acizi grași.*
5. S. Baumgardt, B. Buss, P. May și H. Schubert. *Rezultate comparative despre sfărîmarea unei particule sub diferite încărcături.*
6. O. S. Bogdanov, O. P. Boudarenko, J. A. Dolatova, E. J. Tishchenko și Sh. V. Aknledioni. *Particularitățile flotației și separării magnetice a șlamurilor de mangan și perfecționări tehnologice pentru creșterea recuperărilor în produse valorificabile.*
7. P. G. Broman. *Purificarea apelor industriale și municipale cu conținuturi de șlamuri minerale.*
8. S. Chander și D. W. Furstenau. *Cu privire la flotabilitatea sulfurilor minerale cu colectori: „Sistemul chalcocite — diethilditiofosfați".*
9. M. Clement și J. Bonjer. *Cercetări privind proprietățile de suprafață ale mineralelor pentru îndepărtarea șlamurilor cu floculanți polimerici.*
10. H. E. Cohen și J. A. Good. *Principiile, proiectarea și performanțele unui sistem magnetic superconductibil pentru separarea mineralelor în cîmp magnetic de intensitate mare.*
11. M. Carta, G. B. Alfano, C. Del Fà, M. Chioni, P. Massacci și F. Satta. *Cercetări de valorificare a fluoritei ultrafine din Lațium.*
12. P. Degoul și F. C. Marchand. *Automatizare, control, strategie și optimizare în prepararea minereurilor*
13. M. Dolezil, M. Potera și L. Ludvikova. *Aplicarea proceselor de preparare pentru recuperarea metalelor neferoase din zgure.*
14. C. Du. Rietz. *Chemisorbția colectorilor în flotație.*
15. M. A. Eigeles, V. P. Kuznetsov, M. L. Volova, Yu F. Socolov, E. I. Liubimova și A. N. Grebnev. *Principiile teoretice și perspectivele de dezvoltare a metodelor de valorificare pentru minereurile fin dispersate.*
16. L. Evrard și J. De Cuyper. *Flotația minereurilor oxidate de cupru — cobalt cu alkylhydroxamates.*
17. G. Ferrara și U. Preti. *Influența caracteristicilor de vibrație asupra performanțelor de ciuruire.*
18. V. Formanek, H. Gistau, Al. Milhau și C. Nader. *Flotația intermediarelor grosiere. Aplicare la valorificarea minereurilor de cupru de la Soldado (Chile).*
19. S. Gaidarjiev, S. Groudev și F. Genchev. *Mecanism direct de oxidare bacterială a mineralelor sulfuroase.*
20. V. A. Glembotsky, A. A. Mamakov A. M, Romanov și N. E. Nenno. *Separare selectivă a șlamurilor minerale fine prin metoda electroflotației.*
21. A. K. Haines, W. M. Craig, A. Faure, A. R. Hendriksz, W. J. Wills și D. I. Nicol: *Folosirea bazelor slabe rezinice în recuperarea uraniului din leșiile alcaline neclare.*
22. V. J. Hayman. *Model fundamental pentru cinetica flotației.*
23. H. Hoberg și F. U. Schneider. *Cercetări privind îmbunătățirea flotabilității mineralelor cu radiații.*
24. G. Huyet. *Model matematic pentru măcinarea umedă a mineralelor.*
25. M. P. Jones și G. Barbery. *Mărimea de distribuție și forma mineralelor în mai multe faze materiale: determinarea practică și folosirea în preparare, proiectare și control.*
26. N. M. Khavski, V. D. Tokarev, B. N. Nevski, A. M. Kotov, M. P. Vilianski și A. Yakubovitch. *Formularea modernă a problemei limpezirii apei și soluțiilor apoase.*
27. H. Kirchberg, E. Töpfer și W. Scheibe. *Efectul proprietăților suspensiei pentru eficiența separării în clasoare mecanice.*
28. T. Kubata, M. Yoshida S. Hashimoto, și J. Shimoiizaka. *O nouă metodă pentru separarea plumb-cupru, cu creșterea temperaturii flotației cu spumă.*
29. M. C. Kuhn și N. Arbiter. *Separarea fizică și chimică prin procesul Arbiter.*
30. E. Laurila. *Un separator magnetic în cîmp puternic cu magneți permanenți.*
31. J. Lekki și I. Laskowski. *Un nou concept de spumare în sistemul flotației și clasificare generală a flotațiilor cu spumă.*
32. A. J. Lynch și T. C. Rao. *Modelarea și scalarea hidrocicloanelor-clasoare.*
33. W. Maczka, K. Sztaba și T. Tumidajski. *Model regresiv pentru procesele actuale de valorificare a minereurilor și aplicarea lui pentru construcția unor scheme de probare.*
34. R. Mancini și E. Occella. *Cîteva probleme privind acțiunea preparării și studiilor de poluare a atmosferei.*
35. V. A. Mokrousov, V. A. Lileev, B.S. Lagov, A. O. Kozhevnikov, A. M. Alekhin, A. P. Tatarnikov, T. N. Polyanskaya și S. N. Syromyatnikov. *Proces neutron-radiometrie pentru valorificarea minereurilor.*
36. S. Mukai și T. Wakamatsu. *Flotația silicaților de cupru prin activare cu reactivi cupru-activi-organici.*
37. K. Mushiake, T. Imaizumi și T. Inoue. *Subțierea și ruptura filmelor lichide pe mercur polarizat. O cale experimentală în teoria flotației.*
38. T. Olsen și S. R. Krogh. *Un mic model de comandă pentru alimentarea continuă a bilelor în moară.*
39. C. R. Orofino Pinto și R. C. Villes Bôas. *Leșiere directă a minereurilor cromitice.*
40. S. I. Polkin, G. I. Koravaiko, A. S. Chernyak și V. V. Panin. *Teoria și practica utilizării microorganismelor în tratarea minereurilor complexe și concentratelor.*
41. A. Pomianowski, J. Szczypa, G. W. Poling și J. Leja. *Influența conținutului de fier din sfalerit-marmatit asupra activării ionilor de cupru în flotație.*
42. M.S. Prasad, N. Charravorty, G. P. Mathur, V. A. Altekar. *Dezvoltarea proceselor de valorificare a minereurilor pentru concentrarea și recuperarea mineralelor de molibden din minereurile sărace de la Singbhum Thrust Belt Bihar, India.*
43. V. S. Protsuto, J. V. Reutsky și V. F. Lebedkin. *Dezvoltarea și introducerea proceselor de automatizare și sistemelor de control la uzina de preparare a Combinatului de plumb Zyrianovsk — URSS.*
44. L. D. Ratobylskaya, V. I. Klossen, N. N. Boiko, M. I. Baskakova și Yu. M. Smirnov. *Cercetarea și introducerea în practică a unui proces nou*

de preparare a fosforitelor din minereuri cu compoziție complexă.

45. A. D. Read și R. M. Manser. *Flotația reactivilor reziduali: Problemele evacuării apelor uzate și de reciclare a apelor.*
46. V. I. Revnivtsev și N. F. Olofiski. *Folosirea defectelor structurale din rețeaua cristalină a mineralelor cu proprietăți identice, pentru separarea lor cu metode de valorificare.*
47. H.J. Roorda, O.Burghardt, H.A.Kortmann M. S. Jipping și T. Kater. *Liant organic pentru aglomerarea minereurilor de fier.*
48. P. Somasundaran, E. L. Jr. Smith și C. C. Harris. *Desecarea șlamurilor fosfatice folosind aditivi grosieri.*
49. H. J. Steiner. *Cinetica dezasocierii în operațiile de măcinare.*
50. P. Stirkov, N. Semkov, P. Nestorova, G. Merazchiev, M. Michailov și P. Popov. *Aspectele tehnologice și economice ale procesului de leșiere chimică și bacterială a haldelor de minereuri și a minereurilor de cupru refractare preparării mecanice din Bulgaria.*
51. N. N. Vinogradov, V. N. Schochin, N. G. Holodov R. J. Rots și J. S. Mamykin. *Cercetări privind cinetica separării gravitaționale în suspensii minerale.*
52. J. H. P. Watson, N. O. Clarke și W. Windle. *Un separator magnetic superconducător și aplicarea lui în pregătirea materiilor prime ceramice.*
53. E. N. Zevgolis și S. R.B. Cooke. *Proprietățile electrochimice de semiconductor mineral-calcopirită.*

Datorită numărului mare de lucrări originale trimise pentru prezentare, Comitetul de organizare al celui de-al XI-lea congres a luat inițiativa de a selecta încă 25 de referate, care vor fi publicate într-un volum separat și distribuite participanților.

O informare cu privire la aceste lucrări se va face după încheierea congresului.

Algeria, Marocul, Tunisia și CERPHOS (Centrul de studii și cercetări fosfați din Paris) au luat inițiativa organizării unui seminar, cu privire la valorificarea fosfaților cu gangă calcaroasă, asigurînd contribuția lor cu experiența pe care o au în acest domeniu.

Lucrările prezentate la seminar se vor publica într-un volum pentru difuzare la participanți.

În timpul congresului se va organiza o expoziție de utilaje, echipament și aparatură de preparare, cu prezentarea ultimelor noutăți de către marile firme constructoare.

Expoziția va fi amplasată în două pavilioane adiacente sălii congresului.

După încheierea lucrărilor congresului, participanții se vor putea înscrie la unul din cele 6 itinerarii organizate și anume:

Itinerarul 1 — Sardinia (între 28 aprilie și 5 mai) include vizite la unele mine, uzine de preparare și metalurgice pentru minereuri de plumb și zinc, fluorină și aluminiu.

Itinerarul 2 — Centrul și nordul Italiei (între 27 aprilie și 4 mai) include vizită la Scarlino pentru documentare în tratarea piritelor și procesul de peletizare a oxizilor și vizita la uzina de preparare a minereurilor de plumb și zinc de la Santo Stefano di Cadore.

În nordul Italiei se va vizita uzina de preparare de Pb și Zn de la Cave del Predil-Raibl.

Itinerarul 3 — Sicilia (între 27 aprilie și 4 mai) include vizite la mina de sulf Cozzo Disi; la Compofranco (sulfat de potasiu) și la mina Pasquasia (săruri de potasiu).

Itinerarul 4 — Tunisia (între 27 aprilie și 4 mai) include vizite la Djebel Hallouf (Pb, Zn), la Hamman (preparare fluorină) și la Gafsa (preparare fosfați).

Itinerarul 5 A — Maroc (între 27 aprilie și 4 mai). Sînt prevăzute vizite: la BRPM din Rabat (Biroul de cercetări și participări miniere); la Kettara (preparare pirotină); la Youssoufian (preparare fosfați) și la Safi (uzină chimică fosfați).

Itinerarul 5B — Maroc (între 27 aprilie și 4 mai).
S-au prevăzut vizite la BRPM Rabat; la minele Zeida și El Aouam (preparare minereuri Pb și Zn) și la Hamman (preparare fosfați).

Itinerarul 5C — Maroc (27 aprilie și 4 mai).
Sînt prevăzute vizite: la BRPM Rabat; la mina Ouansimi (preparare minereuri cuprifere) și la mina Imiter (cianurare argint).

Itinerarul 6 — Algeria (27 aprilie și 4 mai).
Acest tur prevede un circuit cu vizitarea uzinei de preparare a mercurului de la Azzoba și uzina de preparare a fosfaților de la Jebel-Onk.

Ing. **M. Guran**

Simpozionul organizat de firma Gutehofnungshütte Sterkrade A.G.

La 17 ianuarie firma Gutehofnungshütte Sterkrade A. G. din R. F. Germania a organizat, în București, un simpozion cu privire la instalațiile și utilajele pe care le furnizează această firmă pentru industria minieră, cu mențiune specială asupra vehiculelor cu pneuri. La simpozion au participat specialiști din industria noastră minieră.

Ședința a fost deschisă de tovarășul Mitu de la Publicom; a luat apoi cuvîntul reprezentantul firmei, șeful de secție Günter Thelen, care a arătat scopul simpozionului și modul cum se va desfășura.

S-au prezentat două filme. Un film în care s-a arătat modul de funcționare a diferitelor instalații miniere furnizate de firma GHH: mașini de extracție multicablu, schipuri cu diferite sisteme de închidere, echipamente pentru susținerea puțurilor ghidarea cu role a vaselor de extracție, transportoare cu bandă ș.a. Cel de al doilea film s-a referit la vehiculele cu pneuri care se deplasează pe vatra lucrărilor miniere, fără șine.

S-a citit apoi comunicarea inginerului Peter Willrodt de la GHH, cu titlul: *Creșterea productivității în exploatările miniere din subteran prin folosirea autovehiculelor fără șine.*

În comunicare se arată că vehiculele care efectuează transportul în subteran fără șine, pot fi grupate în două categorii: mașini de încărcat și transportat cu cupă (scooptram) și cărucioare-navetă care sînt prevăzute cu cutie basculantă (dumper) sau cu cutie fixă, telescopică (teletruck). Toate aceste vehicule, furnizate de firmă și acționate cu motoare Diesel, nu sînt antigrizutoase. În ce privește mașinile de încărcat și transportat (fig. 1), se consideră că acestea se pot folosi pentru o distanță de transport de maximum 300 m, înlocuind cu succes sistemul cu screper, la minele metalifere și la cele de săruri.

Se construiește o gamă largă de tipuri începînd de la tipul cel mai mic G-HST-I, cu cupa de 0,76 m³ (1,36 t), avînd înălțimea de 1 550 mm și lățimea 1 220 mm, cu un motor de 49 CP, pînă la tipul G-ST-11, cu cupa de 8,5 m³ (12), înălțimea 1 940 mm, lățimea 3 280 mm, puterea 260 CP.

Căruciorul-navetă cu cutie telescopică (fig. 2) de tip mic are o capacitate de 8,5 m³ (15,0 t), înălțimea 1 880 mm, lățimea 2 920 mm, puterea 130 CP, iar tipul cel mai mare 25,8 m³ (40 t), 2 530 mm, 3 320 mm, 260 CP. Încărcarea și descărcarea materialului este facilitată de deplasarea unei cutii interioare, care este acționată de un cilindru hidraulic. După cum se observă în figura 3, cutia interioară antrenează materialul pentru umplerea completă a căruciorului, iar la mișcarea în sens invers împinge materialul spre partea de evacuare; eva-

cuarea completă a materialului se realizează cu ajutorul unui perete mobil. Sistemul prezintă avantajul că utilajul care încarcă în căruciorul-navetă nu trebuie să se deplaseze în timpul încărcării, iar pe de altă parte se evită supraînălțarea galeriei pentru efectuarea operației de descărcare a căruciorului.

Se dau cîteva exemple de înlocuire a sistemelor clasice de transport cu vehicule pe pneuri, care prezintă mobilitate mai mare, capacitate mare de transport și posibilitatea de deplasare în pantă; se arată creșterile de productivitate realizate. Sînt exploatări miniere la care introducerea vehiculelor fără șine s-a făcut o dată cu schimbarea metodei de exploatare.

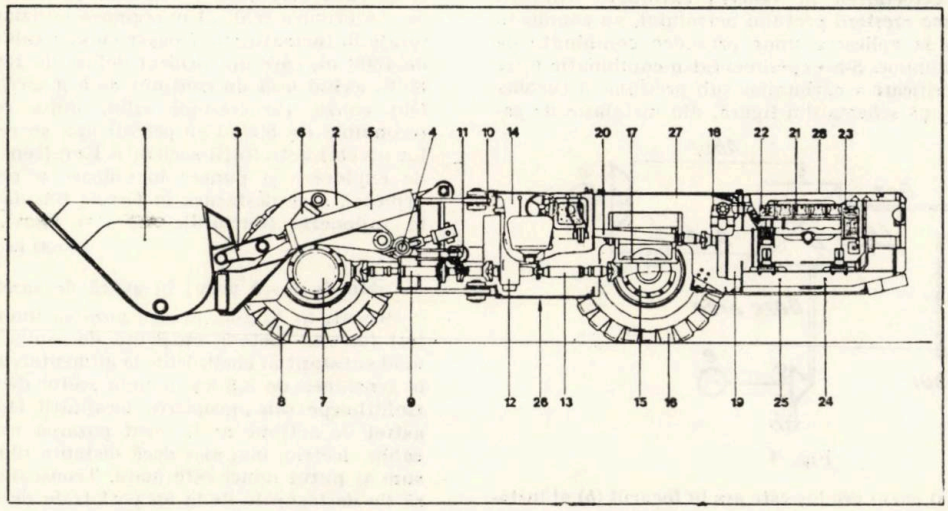


Fig. 1. Mașina de încărcat și transportat:

1 — cupă; *2* — braț elevator; *3* — reazem; *4* — dispozitiv contra ambalării; *5* — cilindru pentru culbutare; *6* — cilindru pentru ridicare; *7* — axul din față; *8* — roată cu pneu; *9* — arbore articulat între axul din față și transmisie; *10* — articulație; *11* — cilindru pentru direcție; *12* — cutie de viteză; *13* — arbore articulat între axul din spate și transmisie; *14* — postul conducătorului cu tabloul de bord și pîrghiile de comandă; *15* — axul din spate; *16* — roată cu pneu; *17* — balansier; *18* — filtru cu aer; *19* — convertizor cu pompe hidraulice; *20* — arbore articulat între convertizor și transmisie; *21* — motorul cu generator și compresor; *22* — răcitorul de ulei al compresorului; 24 — baterii; *25* — rezervoare de carburant; *26* — rezervor hidraulic; *27* — capace; *28* — capota motorului.

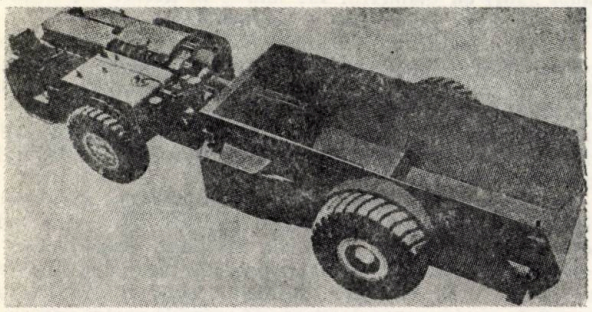


Fig. 2. Căruciorul — navetă cu cutie telescopică.

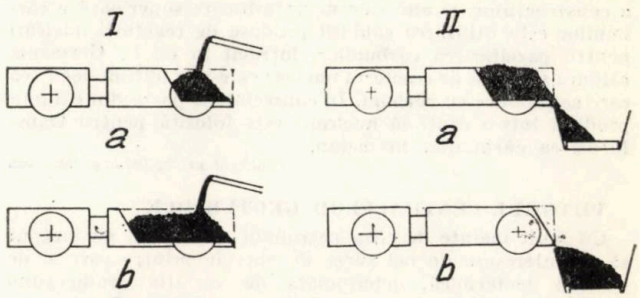


Fig. 3. Încărcarea și descărcarea căruciorului-navetă cu cutie telescopică.

I — încărcarea; *a* — poziția extremă din spate a cutiei interioare; *b* — poziția extremă din fața a cutiei interioare.
II — descărcarea; *a* — poziția extremă din spate a cutiei interioare; *b* — poziția extremă a peretelui mobil.

În comunicare se arată preocupările pe care le-a avut firma pentru micșorarea proporției de CO în gazele de eșapare de la motoarele Diesel și în ce privește gabaritul utilajelor. De asemenea, pentru reducerea zgomotului, canalele de aspirație ale motoarelor sînt căptușite cu materiale fonoabsorbante, iar alte surse de zgomot au fost capsulate în măsura posibilităților. Vehiculele sînt dotate cu aparate de stins incendiul. Scaunul este astfel construit încît conducătorul vehiculului să fie cît mai bine sprijinit, iar transpirația să fie cît mai redusă. La mașinile de încărcat și transportat scaunul conducătorului este orientat în direcție perpendiculară pe direcția de mers, pentru a permite deplasarea mașinii în ambele sensuri.

Se insistă asupra bunei întreținere a căilor de transport și a vehiculelor, precum și asupra instruirii personalului.

În cazul cînd lungimea de transport depășește lungimea optimă corespunzătoare pentru aceste vehicule se recomandă transportul combinat folosindu-se și alte mijloace (de exemplu, transportoarele cu bandă). Pentru stabilirea soluției optime se aplică metoda simulării.

În final se recomandă o colaborare cît mai strînsă și permanentă, între beneficiar și constructorii utilajelor de transport.

Înainte de terminarea simpozionului au avut loc discuții în cadrul cărora delegatul firmei GHH a răspuns la întrebările celor care au luat cuvîntul.

Ing. **A. Panaitescu**

ȘTIRI

Noi perspective pentru gazeificarea cărbunilor

Intensificarea cercetărilor în vederea extinderii utilizării cărbunilor, în urma creșterii prețului petrolului, au condus în R. F. Germania la aplicarea unor procedee combinate de gazeificare a cărbunilor. S-a experimentat o combinație între procedeul de gazeificare a cărbunilor sub presiune și turbina cu gaz-vapori. După schema din figură, din instalația de ga-

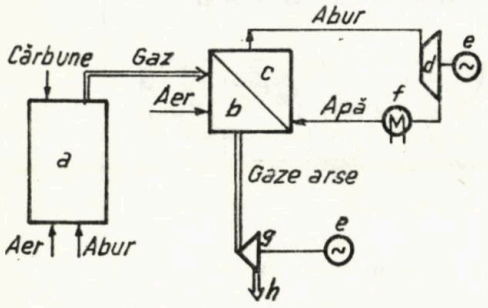


Fig. 1

zeificare Lurgi (*a*) gazul produs este ars în focarul (*b*) al instalației de cazane (*c*), iar gazele arse sînt folosite în turbina (*g*), care antrenează generatorul de curent electric (*e*), fiind apoi evacuate (*h*). Vaporii produși în cazane alimentează turbina de abur (*d*) care antrenează alt generator de curent electric, după care trec prin condensator (*f*) și se reciclează în cazan. Instalația prototip realizată a avut o putere de 170 MW. Avantajul pe care îl prezintă sistemul constă în cheltuieli reduse de investiții realizate prin simplificarea circuitelor și a construcțiilor. O altă cale de valorificare superioară a cărbunilor este utilizarea căldurii produse de reactorii nucleari pentru gazeificarea cărbunilor, întrucît în R. F. Germania căldura produsă de reactorul nuclear este mai ieftină decît cea care se produce cu cărbuni. În consecință o parte din căldura produsă într-o centrală nucleară este folosită pentru transformarea cărbunilor în metan.

Glückauf nr. 22/1974, p. 927–935

VIITORUL CENTRALELOR GEOTERMICE

Cu mult înainte de criza petrolului specialiștii au început să se intereseze de noi surse de energie printre care și de energia geotermică, determinată de variația gradientului geotermic în scoarța terestră. Criza petrolului a făcut ca pe de o parte să fie date în vileag rezultatele cercetărilor efectuate pînă în prezent, iar pe de altă parte să se ia în considerare în calculele lor aportul acestei surse de energie. Prin captare această sursă de energie poate fi folosită la producerea de energie electrică (abur) pentru încălzirea instalațiilor (apă caldă) ca în cazul Islandei sau a culturilor (R. P. Ungaria). Potențialul geotermic nu este repartizat uniform pe suprafața pămîntului ; se întîlnește mai ales în regiuni cu vulcanism recent și lanțuri de munți tineri. Inegalitatea potențialului geotermic se traduce prin existența mai multor tipuri de zăcăminte : zăcăminte cu vapori (numite de energie înaltă), zăcăminte cu apă caldă (numite de energie joasă) și roci calde și uscate. Originea exploatării geotermice datează din anul 1904 cînd zăcămîntul de la Landarello din Italia a început să producă energie electrică cu o capacitate inițială de 250 kW (în prezent 365,5 MW). În 1973 puterea electrică instalată de origine geotermică era de ordinul a 1000 MW repartizată astfel : Italia 405,6 MW, S.U.A. 396 MW, Noua Zeelandă 170 MW, Mexic 75 MW, U.R.S.S. 6 MW și Islanda 3 MW. Se prevede că pînă în 1977 se vor instala suplimentar 817 MW. Prospectarea geotermică este foarte activă în vestul SUA unde puterea potențială finală ar putea ajunge pînă la 2000 MW, dar potențialul geotermic este imens dacă ținem seama de faptul că în medie pentru un gradient geotermic normal se poate evalua pînă la 7500 MW pe an de energie înmagazinată pe 1 km². În 1985 în SUA se prevede o putere instalată de 19000 MW (2% din energia electrică furnizată), iar pentru anul 2000 o ipoteză optimă prevede un potențial de 395000 MW. În acest scop sînt alocate circa 600 mil. dolari pentru investigații în geotermie pentru următorii 10 ani. În Franța studiile geotermice au fost începute în anul 1963 de către Biroul de cercetări geologice și miniere (BRGM), precum și de către societatea Eurafrep, pe care începînd din anul 1965 efectuează cercetări în Algeria. În 1970 Societatea tehnică de geotermie a realizat în regiunea pariziană, la Melun, două foraje în formațiunile Dogger cu apă caldă pînă la adîncimea de 1800 m, care au furnizat debite de 100 m³/h apă cu 70–80°C, avînd însă un conținut de 5 g sare/l (caracter coroziv). Din cauza caracterului salin, după recuperarea căldurii (economie de 8000 t/an petrol) apa se reinjectează în strat. La nivelul activității societății Eurafrep, viitoarele activități de explorare și punere în valoare a resurselor geotermice urmează a se desfășura în Grecia (insula Milos) în Turcia și în Indonezia (teritoriile Afars și Issas).

Pétrole informations, nr. 1335, 1974

Cablu de forță pozat în gaură de sondă

Recent, în Anglia, pentru pozarea unor cabluri de forță a fost folosită metoda cu gaură de sondă pentru a reduce în mod substanțial cheltuielile la alimentarea cu energie electrică la tensiunea de 3,3 kV a unui sector de la mina de cărbune Goldthorpe din apropierea localității Doncaster. Normal, o astfel de acțiune ar fi cerut pozarea unei lungimi mari de cablu electric, mai ales dacă distanța dintre punctul de consum și puțul minei este mare. Tronsoanele de cablu trebuie să fie desfășurate de la un post trafo de la suprafață pînă la puț, de acolo coborîte pe puț pînă la orizontul respectiv și apoi pozate în continuare pînă la punctul de distribuție cerut. S-a observat însă că distanța cea mai scurtă de la postul trafo pînă la punctul de distribuție din subteran este pe verticala acelui punct și atunci s-a ajuns la concluzia că este mai economic să se introducă cablu în subteran prin două găuri de sondă forate special în acest scop. Astfel s-au forat două găuri cu diametrul 197 mm și în fiecare s-a introdus cîte un cablu de forță și unul telefonic.

Deoarece adîncimea găurilor este de circa 290 m a fost necesar să se prevadă susținerea corespunzătoare a cablurilor de greutate mare și să se aibă în vedere răsucirea cablurilor la coborîre. S-au folosit în acest scop cîte două cabluri de tracțiune pentru fiecare cablu de forță, iar pentru preîntîmpinarea efectului de torsiune unul din cabluri avea înfășurarea stînga iar celălalt dreapta.

În vederea executării operației de coborîre a cablurilor întîi s-a construit la suprafață o încăpere din beton avînd acoperișul la nivelul suprafeței terenului. După aceea s-a construit un canal din beton care să lege încăperea subterană cu postul trafo învecinat. Deasupra încăperii de deasupra găurii de sondă s-a construit o turlă avînd la partea superioară scripeți pe care s-au înfășurat cablurile destinate coborîrii. Astfel s-a realizat deasupra găurii de sondă mijloacele de introducere controlată a cablurilor, evitîndu-se o suprasolicitare neprevăzută a lor. În timpul coborîrii, cablurile de forță erau prinse pe cele de tracțiune la intervale de 1,5 m cu ajutorul unor cleme speciale executate din aluminiu LMG. După fixare, clemele s-au protejat contra coroziunii prin aplicarea unui strat de bitum. Coborîrea s-a executat cu ajutorul a două trolii electrice cu transmisie prin melc de cîte 7,5 t, cîte unul de fiecare cablu. Odată cablurile așezate, capetele cablurilor de tracțiune au fost fixate de suporți din oțel încorporați în construcția încăperii din beton, după care turla metalică a fost îndepărtată. În continuare cablurile au fost desfășurate în canalul de beton pînă la stația trafo. Înlocuirea eventuală a cablului de forță, se poate ușor realiza prin montarea unei turle metalice deasupra încăperii din beton.

Cablul de forță este cu trei conductoare cu secțiunea de 185 mm²PILC DWS PVC 3,3 kV, iar cablul telefonic cu patru perechi de conductoare de 1,5 mm² PVC (ins) PVC (shd) SWA, ambele după norme NCB. Cablurile de tracțiune cu diametrul 22 mm au 6 × 7 (6/1) toroane galvanizate. Greutatea totală a tuturor cablurilor suspendate (inclusiv cele de tracțiune) este de circa 6 t. Economia realizată cu executarea găurii de sondă a reprezentat 15% din valoarea întregii lucrări de investiție.

Colliery Guardian, nov. 1974, p. 397

Introducerea unei metode de exploatare care foloseşte utilaje pe pneuri

La mina Konrad din R. F. Germania se exploatează minereuri de fier cu un conţinut de 31,5—32,5% Fe, în condiţii nefavorabile de zăcămînt; grosimea părţii mineralizate variază de la 4—6 m pînă la 18 m, înclinarea fiind de 22—24 g.

Pînă la sfîrşitul anului 1970 minereul se exploata prin camere lungi pe înclinare, evacuarea minereului din abataj făcîndu-se cu ajutorul screperului. Deşi se obţinea o productivitate în subteran de 12—14 t/post, cu o productivitate în abataj (inclusiv lucrările de pregătire) de 40—60 t/post, rezultatele economice nu erau satisfăcătoare. De aceea s-a schimbat metoda de exploatare în aşa fel încît să se poată folosi utilaje de mare capacitate pe pneuri, aplicînd metode bazate pe tehnica LHD (Lad-Haul-Dump), care se extinde în prezent la cele mai multe mine de minereuri. Aceste metode permit să se utilizeze maşinile de perforat, maşinile de încărcat şi transportat, cărucioarele navetă etc. care se deplasează pe pneuri şi au o productivitate ridicată. După condiţiile de zăcămînt s-au aplicat diferite variante: camere transversale sau diagonale şi combinaţii ale acestor metode. S-au mărit secţiunile căilor de acces, susţinerea făcîndu-se exclusiv cu ancore, acolo unde este necesară. În urma schimbării metodei de exploatare s-au micşorat manifestările de presiune, numărul accidentelor a scăzut de la 108 la 68 accidente raportate la 100 000 posturi prestate, iar productivitatea în subteran a crescut la 19—20 t/post.

Erzmetal, nr. 11, 1974 p. 517—526

Scăderea producţiei şi a consumului mondial de zinc

Lipsa acută de zinc resimţită în ultimii zece ani a încetat. În prima jumătate a anului 1974 producţia minieră de zinc a scăzut cu 2,4% faţă de perioada corespunzătoare din anul trecut, ajungînd la 2 697 300 t, însă şi consumul a scăzut cu 1,7%, ajungînd la 3 015 400 t.

În ţările din vest producţia de zinc a scăzut în medie cu 10,6%, însă în ţările socialiste s-a înregistrat o creştere a producţiei de 2,6%. Consumul în ţările din vest a scăzut cu 3,5% în medie, datorită scăderii consumului cu 7,9% în Japonia şi S.U.A.

În consecinţă, producţia de zinc din anul 1974 nu va depăşi producţia anului precedent, mai ales că în Canada şi Australia se va resimţi şi efectul grevelor din acest an. În anul 1975 se consideră că vor interveni unele majorări de capacităţi care să însumeze 140 000 t însă nu se va deschide nici o mină de minereu de zinc mai importantă. O creştere de capacitate de 180 000 t se prevede, în continuare, pentru anul 1976. În acest interval producţia de zinc metal se va limita la cantităţile rezultate din concentrate. Ţările socialiste vor avea o creştere a consumului însă pentru modificarea presupunerilor actuale în ce priveşte producţia este necesară şi o redresare a activităţii ţărilor din vest.

Mining Journal, 15 nov. 1974

Reducerea exporturilor de cupru

În cadrul unei conferinţe a organizaţiei Cipec, de la Paris, s-a hotărît scăderea volumului exporturilor de cupru cu 10% faţă de media ultimelor şase luni, începînd de la 1 dec. 1974. Între timp se vor efectua evaluări asupra preţului de cost al cuprului, în trecut şi faţă de condiţiile actuale ale pieţei. Se consideră că actualul preţ de 600 lire sterline/tonă este prea scăzut, iar nivelul atins în anul 1973 de 1400 lire sterline/tonă prea ridicat. Delegatul Zairului la conferinţă a apreciat că pentru ţara sa un preţ în jurul a 800 lire sterline/tonă este acceptabil, atît pentru producători, cît şi pentru consumatori; de asemenea a informat conferinţa că Zairul va reduce exportul însă va menţine producţia de cupru.

Măsura luată de Cipec este justificată de faptul că capacitatea de producţie a uzinelor de cupru întrece cu mult necesarul de cupru în lume, însă în acest caz se va pune problema stocurilor pe care le va avea fiecare ţară producătoare datorită scăderii exportului.

Delegatul republicii Chile a arătat că ţara sa va închide mina Exotica cu o producţie de 3000 t/an, timp de şase luni de la 1 decembrie 1974, cei peste 400 muncitori urmînd a fi utilizaţi, în acest timp, în altă parte.

Mining Journal, 22 nov., 1974

În legătură cu înfiinţarea unei asociaţii internaţionale a exportatorilor de minereuri de fier

La o conferinţă a 19 ţări producătoare de materii prime de la Geneva, delegatul Indiei a propus constituirea unei asociaţii internaţionale a ţărilor exportatoare de minereu de fier pentru protejarea şi promovarea intereselor comune ale acestor ţări, precum şi pentru crearea unui for în care să se discute şi să se soluţioneze problemele ce se pun în legătură cu exportul minereurilor de fier. Propunerea delegatului indian a fost susţinută de delegatul Algeriei. Delegatul Australiei, pornind de la faptul că statele producătoare au condiţii diferite în ce priveşte comerţul, geologia zăcămintelor de fier, economia şi modul de organizare, consideră că înainte de a se trece la înfiinţarea asociaţiei sînt necesare unele consultări între statele exportatoare. Acelaşi delegat s-a opus înfiinţării unei asociaţii de tipul OPEC şi susţinut că este necesar să se aibă în vedere interesele atît ale producătorilor cît şi ale consumatorilor, care trebuie să-şi asigure aprovizionarea cu materii prime la preţurile pieţei.

În cadrul conferinţei s-a arătat că în timp ce preţul cărbunelui cocsificabil a crescut cu 200% în ultimii trei ani, preţul minereului a rămas practic acelaşi. De aceea unele ţări exportatoare au propus o creştere cu 150% a minereului de fier.

La sfîrşitul conferinţei s-a hotărît să se amîne înfiinţarea asociaţiei şi să se constituie un comitet care să se ocupe cu pregătirea lucrărilor.

Mining Journal, 8 nov. ,1974

Perspective optimiste pentru resursele mondiale de energie

În cadrul unei conferinţe organizată de Asociaţia sovietică pentru difuzarea informaţiilor ştiinţifice, Znanie, s-a ajuns la concluzia că rezervele mondiale de combustibili actuale, exploatabile cu metodele cunoscute, sînt suficiente pentru 300 ani, astfel că civilizaţia nu este ameninţată de o lipsă a resurselor de energie. Aceste afirmaţii au fost făcute în ipoteza că faţă de consumul actual de energie de 6,5 mrd tone combustibil convenţional pe an, se va ajunge în anul 2000 la 20—25 mrd tone pentru o populaţie de circa 6 mrd de oameni.

În ce priveşte resursele energetice ale U.R.S.S. s-a luat în considerare o creştere a consumului pe cap de locuitor care în anul 1990 să depăşească consumul din S.U.A. În prezent consumul pe cap de locuitor în principalele ţări industrializate variază astfel: S.U.A. 11,3 t, U.R.S.S. 5,3 t; Anglia 5,3 t; Franţa 3,7 t; Japonia 1,3 t, media pe glob fiind de 1,75 t.

Creşterea consumului de combustibil în U.R.S.S. se va face prin extinderea centralelor nucleare şi prin creşterea consumului de gaz, în detrimentul cărbunelui şi petrolului. Aceasta va avea ca efect o scădere apreciabilă a preţului de cost al energiei. În ultimul plan cincinal, care se termină în anul 1975, centralele nucleare ce intră în funcţiune reprezintă 10% din totalul centralelor energetice noi; aceasta a fost posibil datorită progreselor făcute în tehnologia reactoarelor. Se consideră că în partea europeană a URSS energia atomică este cu mult mai ieftină decît cea produsă cu combustibilii convenţionali; deşi investiţiile sînt mai mari cheltuielile de exploatare sînt cu mult mai reduse, iar centralele nucleare mai prezintă şi avantajul că nu poluează atmosfera. În U.R.S.S. s-a ajuns la reactoare de 1000 MW şi chiar mai mult. În viitor se vor dezvolta centralele nucleare care vor avea reactoare regeneratoare cu neutroni rapizi. În prezent sînt numai trei instalaţii dotate cu acest tip de reactoare: în U.R.S.S. (funcţionează din 1972), în Franţa (1973) şi în Anglia (1974).

Referitor la aplicarea procedeului magneto-hidrodinamic (MHD) se arată că în U.R.S.S. s-a construit prima instalaţie pilot din lume de 25 MW şi se proiectează o instalaţie de 500 MW. Producţia de petrol este în creştere; faţă de o producţie de peste 458 mil. t în 1974, planul pe anul 1975 prevede o producţie de aproape 500 mil. t. În anii viitori vor fi puse în exploatare noi cîmpuri petrolifere. Producţia de gaze naturale, de asemenea în continuă creştere, a ajuns la 221,4 mrd. m^3 în anul 1972, contribuind cu 18,4% în balanţa de combustibili a ţării. Producţia de cărbune a ajuns la circa 600 mil. tone, s-au descoperit noi zăcăminte, cu o rezervă estimată la 8 mrd. tone, stratele de cărbuni avînd pînă la 100 m grosime.

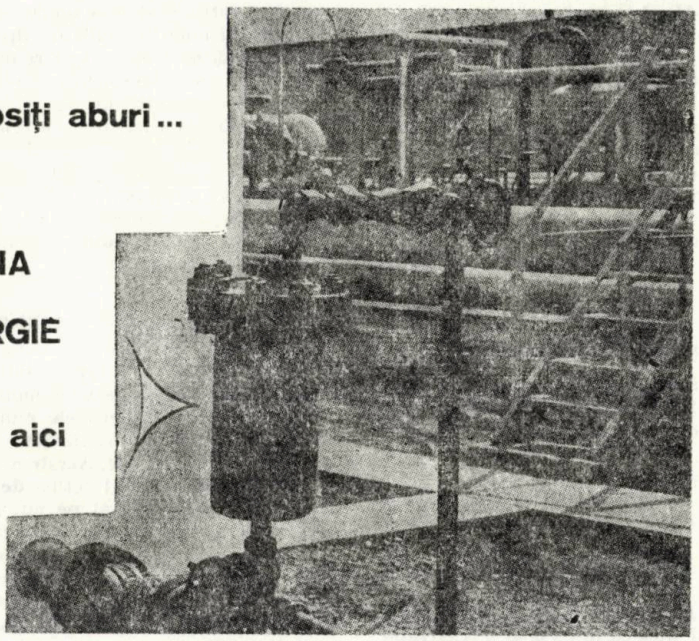
Energy Policy, dec. 1974

Dacă folosiţi aburi...

ECONOMIA

DE ENERGIE

începe aici



Dv. puteţi să iniţiaţi un program raţional de economisire a energiei începînd cu oalele de condensare.

Oala de condensare este un dispozitiv care cere o cheltuială mică de investiţie şi poate contribui eficient la reducerea consumului de combustibil, cu condiţia ca ea să fie instalată corect şi funcţionarea ei să fie perfectă.

Putem cita ca exemplu firma Standard Oil din California (SUA) care, la rafinăria din Richmond, a înregistrat o economie de 112 500 kg aburi/oră şi aceasta datorită unui control sever al funcţionării oalelor de condensare. Firma Standard a raportat rezultate similare realizate şi în alte instalaţii.

Aşadar o mai bună folosire a oalelor de condensare permite realizarea unei economii apreciabile în domeniul energiei. Aceleaşi condiţii de îmbunătăţire există şi în întreprinderea dv. deci adresaţi-vă firmei ARMSTRONG care poate să vă ajute.

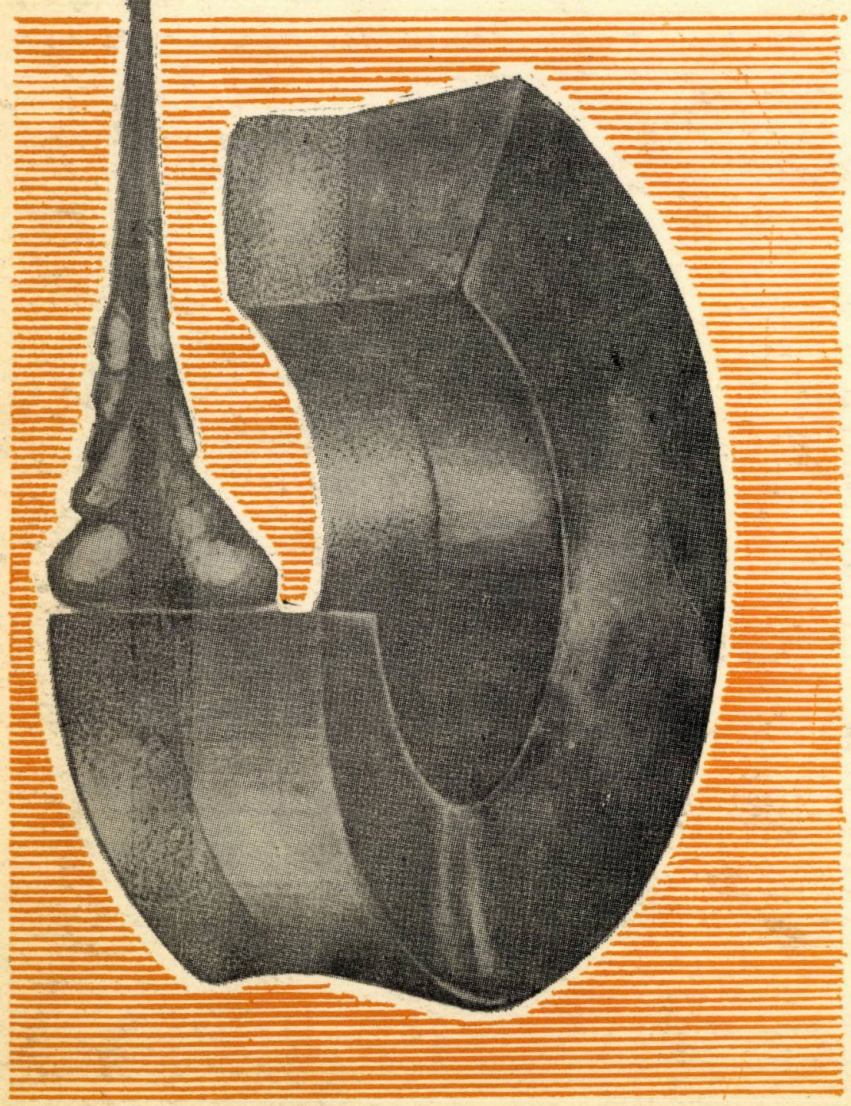
ARMSTRONG MACHINE WORKS S.A. Parc Industriel des Hauts-Sarts — B4400 HERSTAL — BELGIUM télex : 41677

PUBLICOM

pamid

București, str. Biserica Amzei 23, sect. 1

1975 MAI 03



EXECUTĂ:

GARNITURI PENTRU POMPELE DE NOROI ŞI INSTALAŢIILE DE FORAJ

- garnituri amovibile ale pistoanelor mission pentru pompele de noroi
- garnituri pentru scaun supapă (146 × × 177 × 29 mm)
- inel supapă (146 × 11 × 21 × 11 mm)
- garnituri pentru cap hidraulic de 300 t (117,5 × 88,9 × 11 mm)
- garnituri etanşare coloană
- ştergătoare de prăjini
- manşoanele protectoare pentru prăjinile de foraj

GARNITURI PENTRU INSTALAŢIILE DE EXTRACŢIE ŢIŢEI ŞI GAZ METAN

- garnituri etanşare (69 × 30 × 14; 69 × 32 × × 14; 69 × 38 × 14)
- garnituri cap coloană pentru pistonat fluide (tip OIL Séver — 60 × 18 × 20; 60 × 7 × × 20; 60 × 12 × 20; 60 × 16 × 20 mm)
- garnituri cu discuri multiple (tip guiberson)

GARNITURI PENTRU AGREGATE DE CIMENTARE

- clapeţi pentru A.C. — 300 (109 × 90 × 19 mm)
- garnituri din cauciuc pentru etanşare la A.C. — 400 (76 × 58 × 15 mm) la A.C — 500 (120 × 90 × 15; 115 × 75 × 20; 110 × 52 × × 14 mm)
- garnituri plunger

GARNITURI PENTRU TRACTOARELE GRELE ŞI MOTOARELE DIESEL DE LA INSTALAŢIILE DE FORAJ

- cuplaje subţiri şi groase pentru tractorul S80 — 100
- burduf diferenţial Tatra

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

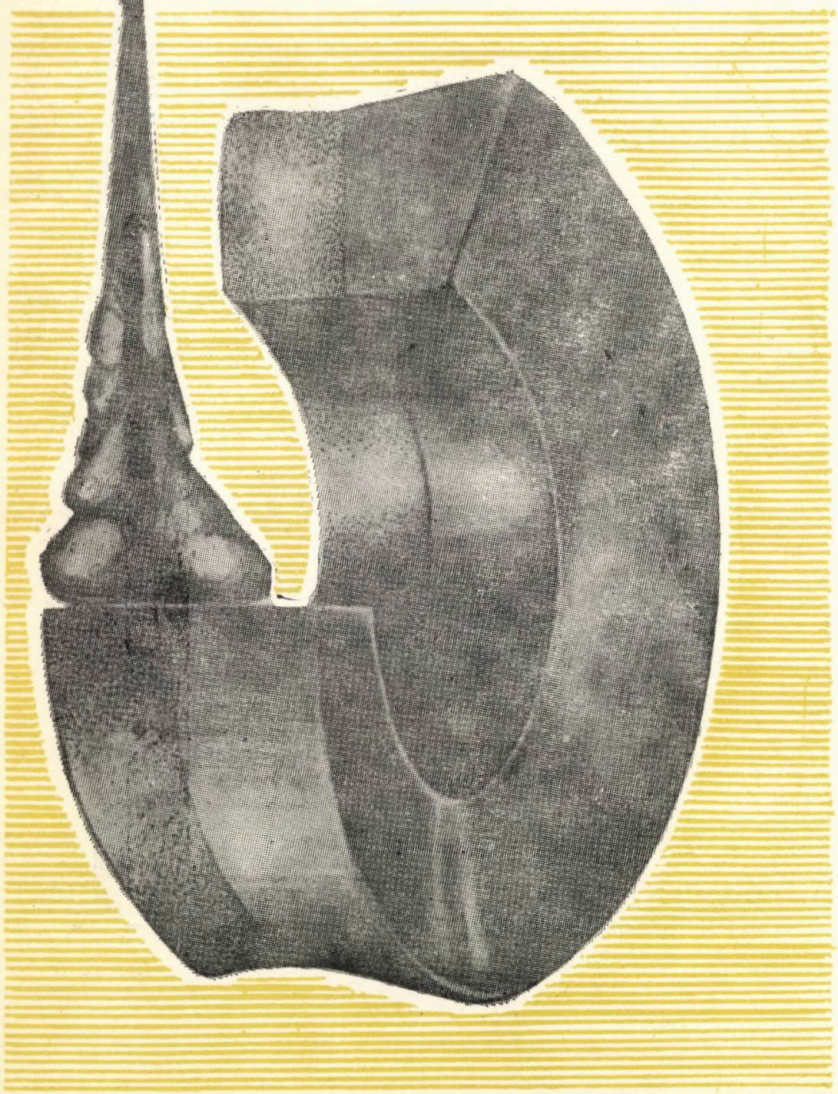
ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

BUCUREŞTI — ROMÂNIA • VOL. 26, APRILIE 1975

4

pamid

București, str. Biserica Amzei 23, sect. 1



EXECUTĂ:

GARNITURI PENTRU POMPELE DE NOROI ȘI INSTALAȚIILE DE FORAJ

— garnituri amovibile ale pistoanelor mission pentru pompele de noroi
— garnituri pentru scaun supapă (146 × × 177 × 29 mm)
— inel supapă (146 × 11 × 21 × 11 mm)
— garnituri pentru cap hidraulic de 300 t (117,5 × 88,9 × 11 mm)
— garnituri etanșare coloană
— ștergătoare de prăjini
— manșoane protectoare pentru prăjinile de foraj

GARNITURI PENTRU INSTALAȚIILE DE EXTRACȚIE ȚIȚEI ȘI GAZ METAN

— garnituri etanșare (69 × 30 × 14; 69 × 32 × × 14; 69 × 38 × 14)
— garnituri cap coloană pentru pistonat fluide (tip OIL Sever — 60 × 18 × 20; 60 × 7 × × 20; 60 × 12 × 20; 60 × 16 × 20 mm)
— garnituri cu discuri multiple (tip guiberson)

GARNITURI PENTRU AGREGATE DE CIMENTARE

— clapeți pentru A.C. — 300 (109 × 90 × 19 mm)
— garnituri din cauciuc pentru etanșare la A.C. — 400 (76 × 58 × 15 mm) la A.C — 500 (120 × 90 × 15; 115 × 75 × 20; 110 × 52 × × 14 mm)
— garnituri plunger

GARNITURI PENTRU TRACTOARELE GRELE ȘI MOTOARELE DIESEL DE LA INSTALAȚIILE DE FORAJ

— cuplaje subțiri și groase pentru tractorul S80 — 100
— burduf diferențial Tatra

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

ANUL XXVI
Nr. 4 1975

CUPRINS

Almăşan, B. **Dezvoltarea industriei de petrol şi gaze din România** 158

Pacoste, Gh. şi Aldea, Gh. **Preocupări pentru creşterea factorului final de recuperare la zăcămintele de ţiţei din Republica Socialistă România** 165

Paraschiv, D. **Consideraţii asupra distribuţiei zăcămintelor de hidrocarburi din R. S. România** 175

Socol, S. şi Cristian, M. **Realizări în intensificarea afluxului de ţiţei în sonde** 185

Kromek, C. şi Tocan, D. **Contribuţii la calculul de rezistenţă a garniturii de prăjini de forare** 194

Mărculescu, N., Despa, Şt. şi Bratu Rodica. **Unele consideraţii privind fracţionarea reformatelor, în vederea producerii de hidrocarburi aromatice $C_6 - C_8$** 203

Peligrad, N. **Acţionări diesel-hidraulice şi electrohidraulice în utilajul petrolier** 213

Adamache, I. **Pompa de adîncime perfecţionată fără cămăşi metalice** 222

CONTENTS

Almăşan, B. **The development of the oil and gas industry in Romania** 155

Pacoste, Gh. and Aldea, Gh. **Methods for enhancement ultimate recovery in Romanian oil fields** 161

Paraschiv, D. **Considerations on the distribution of oil and gas fields in Romania** 169

Socol, S. and Cristian, M. **Results obtained with the oil-well influx stimulation** 180

Kromek, C. and Tocan, D. **Contributions to strength calculation of the drill-pipe string** 190

Mărculescu, N., Despa, Şt. and Bratu Rodica. **Consideration regarding reformate fractionation to obtain $C_6 - C_8$ aromatic** 198

Peligrad, N. **The Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives in the oilfield equipment** 207

Adamache, I. **Improved subsurface oil-well pumps without metallic liners** 218

Picture on the cover

Drilling rig type F-500 for depth up to 10,000 m designed by IPCUP—Bucharest and manufactured by the enterprise 1 Mai — Ploieşti

În acest număr al revistei sînt incluse materiale ocazionate de lucrările celui de al IX-lea Congres Mondial al Petrolului—Tokio—11—16 mai 1975

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA**, *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DANŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÎNCEANU**, *redactor*.

Redacţia şi administraţia : Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei, Oficiul de informare documentară (O.I.D.) str. Mendeleev nr. 36—38, Bucureşti, sectorul 1, telefon 330350/138.

Tiparul executat la I. P. „Informaţia" cu cda nr. 146

REZUMATE

C.Z. 622.013

Almăşan, B. *Dezvoltarea industriei de petrol şi gaze din Republica Socialistă România*

Exploatarea petrolului şi gazelor în România, care se face de mai multe secole, a cunoscut o dezvoltare deosebită în ultimii 30 de ani. Producţia de petrol şi gaze a crescut continuu, asigurînd nevoile de resurse energetice ale economiei naţionale în proporţie de 70%. Concomitent s-a dezvoltat şi industria de utilaj petrolier, România devenind una din ţările exportatoare de aceste utilaje.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1

Pacoste, Gh. şi Aldea Gh. *Preocupări pentru creşterea factorului final de recuperare la zăcămintele de ţiţei din R. S. România*

Aplicarea metodelor convenţionale de injecţie de apă şi gaze la zăcămintele de ţiţei din România asigură realizarea unui factor final de recuperare mediu pe ţară de 30%. Creşterea în continuare a acestei valori, prin aplicarea de metode noi şi îmbunătăţite, constituie o preocupare deosebită în momentul de faţă pentru petroliştii români.

Zăcămintele de ţiţei din România întrunesc o varietate largă de condiţii şi caracteristici geologo-fizice. La fiecare zăcămînt apare astfel posibilă aplicarea uneia sau alteia din metode ca de exemplu : metodele termice, injecţia de apă cu mobilitate redusă, injecţia de apă cu soluţii micelare, dislocuirea miscibilă cu CO_2 etc. Existenţa unui program unitar, întocmit pe baza analizei tuturor zăcămintelor de ţiţei din ţară, arată mobilitatea de creştere a factorului final de recuperare şi cele mai indicate măsuri necesare pentru a asigura în următorii 15 ani realizarea unei valori de peste 42% pentru factorul final de recuperare mediu pe ţară.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.013.3

Paraschiv, D. *Consideraţii asupra distribuţiei zăcămintelor de hidrocarburi din România*

În decursul celor aproape 120 ani de existenţă a industriei petroliere, pe teritoriul românesc au fost descoperite circa 300 structuri productive cu ţiţei şi gaze, corespunzînd unor capcane structurale, stratigrafice, paleogeomorfice, hidrogeologice şi combinate.

Stratigrafic, zăcămintele din România sînt localizate în partea superioară alterată a fundamentului metamorfozat, în Devonian, Triasic, Jurasic, Cretacic, Paleogen şi Neogen. Peste 75% din numărul zăcămintelor aparţin Neogenului.

În toate cele 7 unităţi structurale majore productive, zăcămintele nu sînt distribuite uniform, ci ele se aglomerează în zone de acumulare preferenţială, determinate de factorii litostratigrafici, structurali şi de evoluţia geologică. Se observă, de asemenea, o concentrare a hidrocarburilor în preajma discordanţelor stratigrafice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1

Socol, S. şi Cristian, M. *Realizări în intensificarea afluxului de ţiţei în sonde*

Se prezintă contribuţiile din ultimii ani la aplicarea în România a metodelor de stimulare a producţiei sondelor. Se insistă asupra realizărilor obţinute prin aplicarea injecţiei ciclice de abur la zăcămintele cu ţiţei vîscos, asupra stimulării cu emulsii acide la zăcămintele cantonate în roci carbonatice şi asupra acidizărilor la sonde de mare adîncime.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.24.053

Kromek, C. şi Tocan, D. *Contribuţii la calculul de rezistenţă a garniturii de prăjini de forare*

Garnitura de prăjini de foraj, în zona ei comprimată, poate lua, în regimul de lucru, forma unei spirale. O formulă pentru pasul spirei a fost stabilită de Lubinski. Autorii stabilesc o nouă relaţie pentru acest pas punîndu-se în evidenţă posibilitatea unei spirale în care garnitura nu are contact strîns şi continuu cu peretele găurii de sondă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 665.658

Mărculescu, N., Despa, Şt. şi Bratu Rodica. *Unele consideraţii privind fracţionarea reformatelor, în vederea producerii de hidrocarburi aromatice $C_6 - C_8$*

Lucrarea prezintă două modalităţi de fracţionare a unui reformat total, în vederea producerii de hidrocarburi aromatice. În primul caz se examinează producerea de „concentrate" în benzen, toluen şi xileni, din care ulterior aromaticele se separă prin extracţie. În cel de-al doilea caz se prezintă obţinerea din reformatul total al unei fracţii toluenice din care se produce benzen prin dezalchilare şi a unei fracţii xilenice, utilizabile ca alimentare pentru izomerizarea xilenilor.

Se prezintă şi se discută criteriile posibile pentru stabilirea limitelor de tăiere şi randamentelor fracţiilor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.242.8

Peligrad, N. *Acţionări diesel-hidraulice şi electrohidraulice în utilajul petrolier*

Se prezintă acţionările diesel-hidraulice şi electrohidraulice realizate în România pentru instalaţiile de foraj, precum şi preocupările de extindere şi de îmbunătăţire a acestora.

Transmisiile hidraulice sînt concepute în funcţie de caracteristicile funcţionale necesare, realizarea unei fiabilităţi maxime şi transformarea lor prin simplă înlocuire.

S-au realizat transmisii hidraulice pentru motoare diesel de 1300—1400 CP destinate pentru forarea sondelor de mare adîncime.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.93

Adamache, I. *Pompe de adîncime perfecţionate fără cămăşi metalice*

Se analizează caracteristicile şi deficienţele pompelor de fund convenţionale cu cămăşi, după care se prezintă noile pompe brevetate fără cămăşi metalice în care etanşarea se realizează printr-un piston cu autoetanşare.

Ele sînt proiectate pentru fluide normale, fluide corozive, raţie mare gaze-ţiţei, fluide cu noroi şi nisip, debite mari etc., au o funcţionare mult mai regulată şi mai lungă (320 zile), rezistă mai bine în medii corozive şi la sondele ce produc cu pauze.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

CONTENTS

C.Z. 622.013
Almăşan, B. *Development of the oil and gas industry in Romania*

The exploitation of oil and gas in Romania, mentioned for many centuries, has known an outstanding increase in the last 30 years. The output of oil gas steadily has increased and met the needs in energetic resources of the national economy as much as 70 percent. Simultaneously has developped the industry of petroleum machinery too, Romania becoming one of the exporting countries of these type of machineries.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1
Pacoste, Gh. and Aldea Gh. *Methods for enhancement ultimate recovery in Romanian oil fields*

The application of the conventional methods with water and gas injection in the Romanian oil fields allows to obtain an average ultimate recovery of 30 per cent. To further enhance this value efforts are being made to implement improved and new developped recovery methods. The very different reservoir characteristics of the oil fields in Romania give the opportunity to apply any one of the advanced methods, depending on the existing conditions, e.g. thermal methods, high viscosity water injection, micellar dispersion flooding, miscible flooding, CO_2 injection, a.s.o. A unitary program, based on the analysis of all the Romanian oil fields, recommends adequate recovery methods for enhancement the ultimate recovery, as well as actions to be taken, over the next 15 years, to obtain an average national ultimate recovery of more than 42%.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.013.3
Paraschiv, D. *Considerations on the distribution of oil and gas fields in Romania*

In the course of about 120 years of the oil industry existence, on the Romanian territory, ca 300 oil and gas productive structures have been discovered, corresponding to structural, stratigraphical, paleogeomorphic, hydrogeological and combined traps. Stratigraphically, the deposits in Romania are localized in the altered upper part of the metamorphic basement, in the Devonian, Triasic, Jurassic, Cretaceous, Paleogene and Neogene. Over 75% of the deposits belong to the Neogene. In all the seven producting majo structural units, the deposits are not uniformely distributed, but concentrated in preferential accumulation areas, determined by the lithostratigraphical, structural and geological evolution factors. In the same time one can observe hydrocarbons concentration around the stratigraphical discordances.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1

Socol, S. and Cristian, M. *Results obtained with the oil-well influx stimulation*

Last years contribution on oil stimulation practice in Romania is presented. Stress is put on the achievements obtained with cyclic steam injection in heavy oil reservoirs, the stimulations with acid emulsions of oil deposits placed in carbonated rocks and the acidifying of high deep wells.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.24.053
Kromek, C. and Tocan, D. *Contributions to the strength calculation of the drill-pipe string*

In the course of the drilling operation a string could take the form of a spiral in the compressed zone. The formula of the spiral walk was established by Lubinski. The authors present a new relation for the spiral walk and point out the possibility to have a spiral when the string is not in tight and continuous contact with the drilling hole.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 665.658
Mărculescu, N., Despa Şt. and Rodica Bratu. *Consideration regarding reformate fractionation to obtain $C_6 - C_8$ aromatic*

Two alternatives of reformate fractionation in view of aromatics production are discussed.

The first alternative referes to the production of benzene, toluene and xylene concentrates from wich the aromatics are separated subsequently by extraction.

The second alternative referes to the obtaining from the total reformate of a toluenic cut for benzene production by desalkylation and a xylenic cut for xylenes isomerization.

Criteria for determining the boiling range and the yields of the cut are discussed.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.242.8
Peligrad, N. *The Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives in the oilfield equipment*

The paper deals with the Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives designed in the Socialist Republic of Romania for the drilling rigs, as well as the concerns for their spreading and improvement. The hydraulic transmissions are designed taking into account the necessary operating specifications, maximum fiability and easy interchange. So far hydraulic transmissions intended for Diesel engines of 1300 — 1400 HP for drilling very deep wells have been manufactured.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.93
Adamache, I. *Improved subsurface oil-well pumps without metallic liners*

Deep pumps with metallic liner characteristics and failures are analysed. The new patented deep pumps without metallic liners achieve the plunger sealing element with plastic sets and separators. They are designed in various alternatives for normal fluids, corrosive fluids, high GOR, fluids containing mud and sand, high flow rates etc. They have a much more regular and long life working (320 days), a better resistance in corrosive media and at non continuous operating wells.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.013

Алмэшан, Б. *Пути развития нефтяной и газовой промышленности Социалистической Республики Румынии*

Месторождения нефти и газа Румынии разрабатываются уже на протяжении нескольких столетии, однако она узнала особое развитие в последние 30 лет. Объем добычи нефти и газа непрерывно возрос, обеспечив потребности народного хозяйства в энергетических ресурсах в размере 70 %. В то же время развивалось и машиностроение для выпуска нефтяного и газового оборудования, в результате чего Румыния стала одной из стран экспортирующих такого типа оборудование.

C.Z. 622.243.1

Пакосте, Г. и Алдя, Г. *Работы проведенные в целях повышения конечного коэффициента нефтеотдачи месторождений С. Р. Румынии*

Применение условных способов закачки воды и газа в нефтяные месторождения Румынии приводит к получению, в среднем по стране, конечного коэффициента нефтеотдачи порядка 30 %. Главной задачей стоящей в настоящее время перед нашими нефтяниками является дальнейшее увеличение величины этого коэффициента, в результате применения новых или усовершенствованных способов. Нефтяные месторождения Румынии характеризуются большой разнообразностью в отношении условий и физико-геологических характеристик. Таким образом на любом месторождении можно применять один или другой из перечисленных ниже способов: термические методы, закачка воды с небольшой подвижностью, закачка воды с мецилярными растворами, смешающее вытеснение с помощью CO_2 и др. Наличие единой программы, которая на основе анализа всех нефтянных месторождений нашей страны, показывает возможность повышения конечного коэффициента нефтеотдачи а также мероприятия требуемые для достижения в дальнейших 15-и лет средних по стране величин этого коэффициента свыше 42 %.

C.Z. 622.013.3

Параскив, Д. *Соображения о распределении месторождений углеводородов в Румынии*

На протяжении около 120 лет существования нефтяной промышленности, на территории Румынии были выявлены почти 300 продуктивных нефте-газоносных структур, характеризующихся определенными структурными, стратиграфическими, палеогеоморфолоическими, гидрогеологическими и комбинированными условиями. С стратиграфической точки зрения эти месторождения преурочены в верхней зоне выветривания метаморфизированного фундамента, в формациях Девона, Триаса, Юраса, Мела, Палеогена и Неогена. Более 95 % из общего количества месторождений принадлежат Неогену. Во всех 7 главных продуктивных структурных единицах, месторождения неравномерны распределены, они скопливаясь в зоне преференциального накопления, в зависимости от литостратиграфических, структурных факторов и от геологического возраста. Наблюдается, также, концентрация углеводородов вблизь стратиграфических несогласованных формации.

C.Z. 622.243.4

Сокол, С. и Кристиан, М. *О достижениях в области интенсификации притока нефти в скважинах*

Представлены результаты применения за последние 2 года в Румынии методов стимулирования добычи из скважин. Подчеркиваются достижения, полученные путём цикличной закачки пара в месторождения вязкой нефти, стимулирования кислотными эмульсиями на месторождениях залегающих в карбонатных породах и подачи кислот в глубоких скважинах.

C.Z. 622.24.053

Кромек, С. и Токан, Д. *О расчете сопротивления ставов бурильных труб*

Став бурильных труб, в его зажатой зоне, во время работы может принять винтовую форму. Лубински установил одну формулу для определения шага винта. Авторы этой статьи установили новую формулу для данного шага, указав при этом на возможность получения такой винтовой формы при которой став не соприкасается тесно и непрерывно со стенками скважин.

C.Z. 622.24.053

Мэркулеску, Н., Деспа, Ст. и Брату, Р. *Некоторые соображения о расчленении реформаторов, в целях получения ароматных углеводородов Фракций C_6—C_8*

В работе обсуждаются два способа расчленения общего реформата, в целях получения ароматных углеводородов. В первом случае рассмотривается получение ,,концентратов'' бензена, толуена и ксиленов с последующим разделением и извлечением ароматных продуктов. Во втором случае описывается способ получения из общего реформата толуеновой фракции из которой путём деалкилирования получается бензен, а также ксиленовой фракции, используемой при изомеризации ксиленов.

Описываются и обсуждаются критерии, возможные для установления пределов расчленения и выходов фракций.

C.Z. 665.658

Пелиград, Н. *Дизело-гидравлические и электрогидравлические приводы для нефтяного оборудования*

Описываются конструкции дизело-гидравлических и электрогидравлических приводов, созданные в Румынии для буровых установок, а также работы проводимые в целях улучшения их конструкции и расширения области их применения. Гидравлические передачи были созданы в зависимости от необходимых функциональных характеристик, а также в целях получения максимального срока службы и их простой замены. Были созданы гидравлические передачи для дизельных приводов мощностью 1300—1400 л. сл, предназначенных для бурения глубоких нефтяных скважин.

C.Z. 662.243.93

Адамаке, И. *Глубинные насосы усовершенствованного типа без металлических кожухов*

Приводится анализ характеристик и недостатков глубинных насосов с кожухами, после чего описывается конструкция патентованных насосов без металлических кожухов в которых герметичность осуществляется с помощью поршия с самогерметизацией. Они спроектированы для нормальных, коррозивных жидкостей, газового фактора, промывочных растворов с содержанием песка (в больших дебитах). Эти насосы лучше работают, имеют больший срок службы (320 дней), лучше ведут себя в коррозивных средах и на промыслах с прерывной работой.

INHALT

C.Z. 622.013
Almăşan, B. *Entwicklung der Erdoel-und Erdgasindustrie in der Sozialistischen Republik Rumänien*

Die Gewinnung von Erdoel und Erdgas, welche in Rumänien seit mehreren Jahrhunderten erfolgt, hat in den letzten 30 Jahren einen grossen Aufschwung genommen. Die Erdoel-und Gasproduktion ist ständig gestiegen und hat die Energiequellen der Volleswirtschaft zu 70% gesichert. Gleichzeitig hat sich die Industrie der Erdoelgewinnungsmaschinen entwickelt; Rumänien ist ein Exportland für solche Geräte geworden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1
Pacoste, Gh. und Aldea, Gh. *Über die Erhöhungsmöglichkeiten des Erdoelrückgewinnungsfaktors aus den Erdoellagerstätten der S. R. Rumänien*

Die in Rumänien üblichen Verfahren durch Einspritzung von Wasser und Gas in des Erdoellager sichern einen Rückgewinnungsfaktor von 30%. Die Erhöhung dieses Faktors durch Anwendung von neuen und verbesserten Methoden ist heute eine der wichtigsten Tätigkeiten der rumänischen Erdoelfachleute. Die rumänischen Erdoellagerstätten weisen eine Vielfältigkeit von physikalisch-geologischen Bedingungen und Charakteristiken auf. Bei jeder Lagerstätte gibt es Möglichkeiten eine oder die andere Methoden anzuwenden, wie zum Beispiel thermische Methoden, Wasserinjezierung mit beschränkter Beweglichkeit und mit Myzeliumlösungen, Wassereinspritzung gemischt mit CO_2 u.s.w. Ein einheitliches, auf einer Analyse aller Lagerstätten des Landes aufgebautes Programm, zeigt die Beweglichkeit des Wachtums des meistens zur Anwendung kommenden Rückgewinnungsfaktors und dass es notwendig ist in den nächsten 15 Jahren diesen Faktor auf 42% zu erhöhen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.013.3
Paraschiv, D. *Betrachtungen über die Verteilung der Kohlenwasserstofflagerstätten in Rumänien*

In den 120 Jahren der Existenz der Erdoelindustrie in Rumänien wurden auf dem Territorium Rumäniens rd. 300 produktive Erdoel und Gasformationen entdeckt. Vom stratigraphischen Standpunkt gesehen befinden sich die Erdoellagerstätten Rumäniens im oberen verwitterten Teil des metamorphischen Fundaments, im Devon, Trias, Jura, Kreide, Paleogen und Neogen. Über 75% aller Lagerstätten befinden sich im Neogen. In allen 7 Struktureinheiten sind die Lagerstätten nicht einheitlich verteilt, sie sind in bestimmten Zonen gestant in Abhängigkeit von litostratigraphischen, strukturellen und geologischen Faktoren. In der Nähe von stratigraphischen Diskordanzen ist eine Stauung von Kohlenwasserstoffen zu beobachten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1
Socol, S. und Cristian, M. *Ergebnisse in Bezug auf die Intensifizierung des Rohoelzuflusses in den Bohrungen*

Der Aufsatz enthält die Beiträge der letzten Jahre in Bezug auf die, in Rumänien angewandten Methoden zur Intensifizierung des Rohoelzuflusses, in den Bohrungen, hauptsächlich durch Anwendung der zyklischen Einspritzung von Dampf in Lagerstätten mit wiskosen Oel, durch Stimulation mit saueren Emulsionen und Einspritzen von Säueren in Bohrungen mit grosser Teufe.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.24.053
Kromeck, C. und Tocan, D. *Beiträge zur Festigkeitsberechnung der Bohrgestänge*

Das Bohrgestänge kann in der Druckzone die Form einer Spirale annehmen. Die Steigung dieser Spirale wurde nach Lubinski festgestellt. Die Verfasser schlagen eine neue Formel für die Bestimmung der Steigung vor. Die errechnete Spiral hat keinen Kontakt mit der Wand des Bohrlochs.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4 1975

C.Z. 665.658
Mărculescu, N., Despa, Şt. und Bratu Rodica. *Einige Betrachtungen über die Fraktionierung der Reformingprodukten für die Erzeugung der aromatischen Kohlenwasserstoffen C_6-C_8*

Die Verfassern untersuchen zwei Fraktionierungsmethoden einer Gesamtreforming produkt für die Erzeugung der aromatischen Kohlenwasserstoffen. In dem ersten Fall wird die Erzeugung einige „Konzentraten" von Benzen, Toluen und Xylenen mit einer späterer Gewinnung der Aromaten analysiert. In dem zweiten Fall wird die Gewinnung aus dem Gesamtreformingprodukt einer Toluenfraktion erlangt. Aus diesem Fraktion wird Benzen durch Abalkilierung und eine xylenische Fraktion gewonnen, welche sind nutzbaren als Füllung für Isomerisation der Xylenen. Es werden die möglichen Kriteria für die Feststellung der Abscheidungsgrenzen und die Wirkungsgrad der Fraktionen dargestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.242.8
Peligrad, N. *Diesel-und elektrohydraulischer Antrieb der Erdoelbohrgeräte*

Die in Rumänien gebauten Diesel-und elektrohydraulischen Antriebe für Bohrgeräte und die Anstrengungen für deren Erweiterung und Verbesserung werden beschrieben. Es wurden hydraulische Übertragungen für Dieselmotoren von 1300—1400 PS konstruiert und welche für die Bohrgeräte von grosser Teufe bestimmt sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.93
Adamache, I. *Moderne Tiefpumpen ohne metallischen Mantel*

Es werden die Eigenheiten und die Nachteile der konventionellen Pumpen analysiert und nachher die neu patentierten mantellosen Pumpen mit eigendichtenden Kolben beschrieben. Diese sind für normale und korosive Flüssigkeiten für Spülung und Sand projektiert. Sie haben eine lange Betriebsdauer (320 Tage) und sind sehr widerstandfähig.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

SOMMAIRE

C.Z. 622.013
Almăşan, B. *Le développement de l'industrie pétrolière de la République Socialiste de Roumanie*
L'exploitation du pétrole et du gaz en Roumanie, qui se fait depuis longtemps, a connu un remarquable développement dans les dernières 30 années. La production du pétrole et du gaz a augmenté continuellement assurant les besoins de ressources énergétiques de l'économie nationale en proportion de 70%. En même temps a été développée l'industrie d'outillage pétrolier, la Roumanie devenant l'un des pays exportateur de ces outillages.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1
Pacoste, Gh. et Aldea Gh. *Préoccupations sur la croissance du facteur final de récupération aux gisements pétroliers de R. S. Roumanie*
L' application des méthodes conventionnelles d'injection de l'eau et de gaz aux gisements pétroliers de Roumanie assure la réalisation d'un facteur final de récupération moyen dans le pays de 30%. La croissance en continuellement de cette valeur par l'application des nouvelles méthodes améliorées représente une préoccupation spéciale pour les employés du pétrole dans ce moment. Les gisements de pétrole de Roumanie réunient une grande variété de conditions et de caractéristiques géologiques et physiques. Au chaque gissement surgit la possibilité d'application d'une méthode ou une autre comme par exemple : les méthodes thérmiques, l'injection de l'eau avec mobilité réduite, l'injection de l'eau en solutions micellaires, la dislocation miscible avec CO_2 etc. L'existance d'un programme unitaire qui, fondé sur l'analyse de touts les gissements pétroliers du pays, montre la mobilité de croissance du facteur final de récupération. Les plus indiquées méthodes pour étre appliquées et ce qu'il est nécessaire pour ça, assurera dans les 15 années prochainnes la réalisation d'une valeur de plus de 42% pour le facteur final moyen de récupération dans le pays.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.013.3
Paraschiv, D. *Considérations sur la distribution des gissements de hydrocarbures de Roumanie*
Au cours d'environ 120 années d'existence de l'industrie pétrolière, sur le territoire roumain ont été découvertes aproximativement 300 structures productives contenant de pétrole et de gaz, correspondant à des trappes structurelles, stratigraphiques, paléogéomorphiques, hydrogéologiques et combinées. Stratigraphique, les gisements de Roumanie, sont localisés dans la partie supérieure altérée du fondement métamorphosé, en Dévonien, Triassique, Jurassique, Crétacé, Paléogène et Néogène. Plus de 75% du nombre des gisements appartient à Néogène. Dans toutes les 7 unités structurelles majeures productives, les gisements ne sont pas repartis uniformement mais ils s'entassent dans des zones d'accumulation préférentielles, déterminées par les facteur lithostratigraphiques, structuraux et d'évolution géologique. De même est observée une concentration. des hydrocarbures dans le voisinage des discordances stratigraphiques.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.243.1
Socol, S. et Cristian, M. *Résultats dans l'accroissement de l'afflux de pétrole dans les sondes*
Les auteurs présentent les contributions des dérnières années à l'application en Roumanie des méthodes de stimulation de la production des sondes. On appuie sur les réalisations obtenues par l'application de l'injection cyclique à vapeur dans les gissements de pétrole visqueux, sur la stimulation par des émulsions acides aux gissements cantonnés dans les roches carbonatiques et sur les acidisations des sondes de haute profondeur.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr 4, 1975

C.Z. 622.24.053
Kromek, C. et Tocan, D. *Contributions au calcul de résistance des trains de tiges de forage*
Le train de tiges de forage dans sa zone comprimée, peut prendre, dans le régime de travail, la forme d'une spirale. Une formule pour le pas de la spirale a été établie par Lubinski. Les auteurs établissent une nouvelle relation pour ce pas, en mettant en évidence la possibilité d'une spirale dans laquelle le train ne vient pas dans un contact serré et continu avec le parois du trou de sonde.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 665.658
Mărculescu, N., Despa, Şt. et Bratu Rodica. *Quelques considérations sur le fractionnement des réformats pour la production des hydrocarbures aromatiques C_6— C_8*
Les auteurs examinent deux possibilités de fractionnement d'un réformat total pour la production des hydrocarbures aromatiques. Dans le premier cas on examine la réalisation de „concentrés" en benzènes, toluènes et xylènes avec une séparation ultérieure par l'extraction des aromatiques. Dans le deuxième cas se présent l'obtention d'un réformat total d'une fraction toluénique en résultant un benzène par desalcoylation et une fraction xylénique qui peut étre utilisée comme alimentation pour l'isomérisation des xylènes. Sont presentés et discutés les critères possibles pour la détermination des limites de scindement et les rendements des fractions.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C.Z. 622.242.8
Peligrad, N. *Commandes diesel-hydrauliques et électrohydrauliques pour l'outillage pétrolier*
On présente les commandes diesel-hydrauliques et électro-hydrauliques réalisées en Roumanie pour les installations de forage ainsi que les préoccupations pour l'extension et le perfectionnement de celles-ci. Les transmissions hydrauliques sont conçues tenant compte des caracteristiques fonctionnelles nécessaires, de la réalisation d'une fiabilité maximale et de leurs transformation par un simple remplacement. Sont réalisées des transmissions hydrauliques pour les moteurs diesel de 1 300 — 1 400 CP, destinées pour le forage des sondes de haute profondeur.
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 4, 1975

C. Z. 622.243.93
Adamache, I. *Pompes de profondeur perfectionnées sans chemise métallique*
L'auteur analyse tout d'abord les caractéristiques et les déficiences des pompes de fond conventionnelles avec des chemises, puis il présente les nouvelles pompes brevetées sans chemises métalliques dans lesquelles l'étanchement est assuré par un piston autoétanché. Elles sont projétées pour des fluides normaux, des fluides corrosifs (grande GOR), des fluides chargés de boue et de sable, des hauts débits etc. Elles fonctionnent plus régulièrement et conservent une vie plus longue (320 jours), manifestent une résistance augmentée dans les moyens corrosifs et aux sondes qui ne produissent pas continuellement.
Mine, Petrol şi Gaze,vol. 26, nr. 4, 1975

Prof. docent **BUJOR ALMĂŞAN**
Minister of Mines, Oil and Geology

The development of the oil and gas industry in Romania

The Oil industry in Romania is known from official data since the middle of the 19th century. Thus, in 1857, Romania registered officially an industrial oil production of 275 tons. In the same year, 1857, Bucharest became the first town in the world lighted by Kerosene through the commissioning of the first Romanian refinery at Rîfov, near Ploieşti.

During these almost 120 years of existence, the Romanian oil industry passed through various periods accumulating a great experience. Thus, after the period of exploitation from wells, by free eruptions, the oil processing in the first rudimentary refineries, then the destructions due to the two World Wars, there came, in the last 30 years, the period of expansion and modernization of this important industrial branch. We succeeded in harmoniously developing all the branches of this industry, such as : geological and geophysical surveys, scientific researches in the field of oil and gas drillings and production, amplification of the research and exploitation drillings, the improving of oil and gas extraction methods. Cumulated oil and gas have at present a share of over 70%(33% oil and 40% natural gas) in the energetic resources' balance.

In the geological and geophysical researches, one of the most important tasks was constituted by the development of the works destined for the increase of the hydrocarbons reserves by finding new oil and gas deposits by more detailed studies with the means given by the modern technique, both in the old zones and in the new regions. There also appeared as necessary the study of the geological formations located at depths greater than 3,500 m, the structural traps of smaller amplitude. The research was based especially on an intensive activity in the geophysical prospectings' field, increasing the economic efficiency of these works by using more and more perfectioned apparatuses.

The works done in the last years led to the obtaining of some important results in connection with the volume of the existing reserves of hydrocarbons, which have to ensure the further development of crude oil and gas production. At present, due to the intensive geological and geophysical works and as a result of the geological research drillings, new productive fields were found on the territory of our country. It has to be emphasized that during 1944—1974, the geological research drillings increased 20 times, anually attaining about 60% of the total drilling volume.

In wells' drilling, the specialized enterprises continuously look after the improvement of the specific indices (mechanical speed, bit's metrage, cost per drilled metre etc.) successfully experimenting the optimization of the drilling regime and the implementation of modern drilling methods such as : jet drilling, diamond drilling, use of special drilling fluids etc. The high economic efficiency of the jet drilling makes this method to be further extended (in 1974 the share of jet drilling represented over 55% of the total drilling volume).

Depending on the characteristics of the geological formations, there were designed new drilling rigs, new types of drilling casings were assimilated, new typodimensions of bits, core-machines, special steel drilling rods, heavy rods with various profiles and stabilizer of drilling gaskets were used. Parallelly, the methods and the investigation apparatuses for boreholes were perfectioned and new methods of qualitative and quantitative interpretation of the obtained data were introduced.

For achieving the technological drilling parameters corresponding to the pressure and high temperature conditions, new admixtures for the drilling fluids were produced, cement pastes resistent to high temperatures and pressures and new methods for preventing and fighting the circulation losses etc., were made, permitting the drilling of numerous great depth boreholes. Thus, until the end of 1974, 49 boreholes with depths over 4,000 m were drilled. At present, a borehole designated to go over 8,000 m depth is under drilling.

The rational exploitation of the oil deposits and the implementation of scientific methods in extraction, were at the basis of the constant increase of production. The new deposits were put into production based only on exploitation designs, by which the exploi-

tation methods, number of boreholes, volume of investments for each structure, the optimum flow of wells were specified, succeeding thus to ensure with minimum expenses, maximum quantities of crude oil and a high final recovery factor.

Applying and extending the modern secondary recovery methods and the maintenance of deposit pressure by water and gas injections, in different variants, the extraction units have succeeded in consistently exceeding the plan targets. The oil production in the last 30 years, has been consistently increased (fig. 1), meeting the hydrocarbons requi-

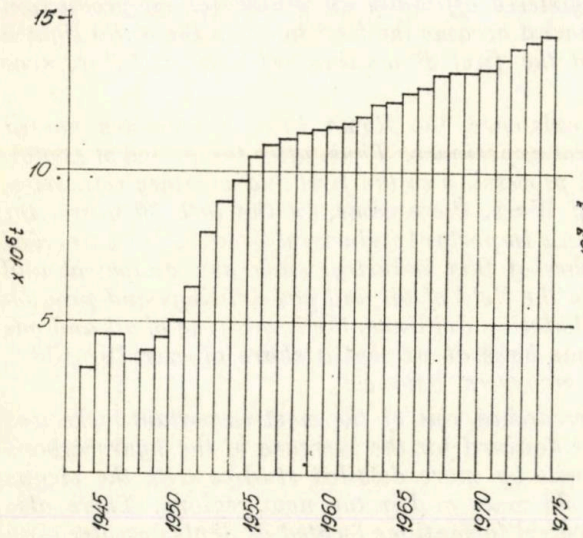


Fig. 1. Continuous increase of oil output.

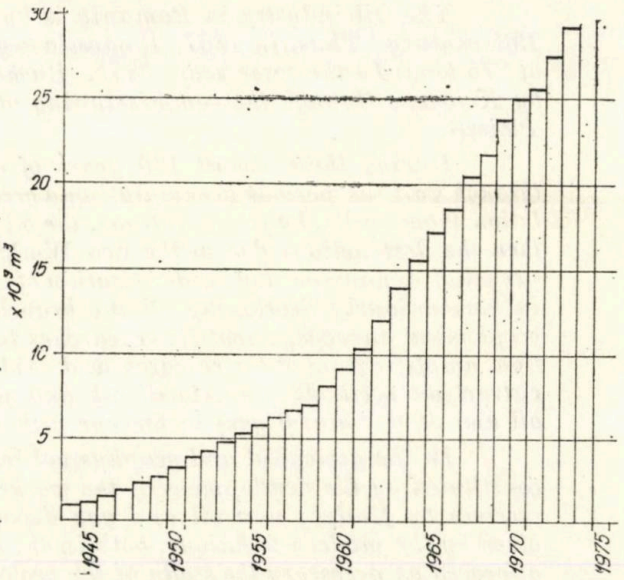


Fig. 2. Natural gas output.

rements of the national economy. The introduction of new technological methods in the exploitation process, such as : simple and multiple hydraulic fissuring or combined with various treatments for the improvement of the permeability of the area around the borehole, treatments with solvents or tensio-active substances, the cyclic steam injection the underground combustion a.s.o., have as effect the intensification of the extraction rate and the obtaining of higher oil recovery factors in the deposit.

The present programme of increasing the final recovery factor contains — in detail — from the research, experimenting, designing stages up to the industrial one, all the necessary works including equipping and investment efforts indicating the increase of the recoverable reserves as well as the oil production that might be supplementarily extracted.

In the field of natural gas exploitation and use, our country has a rich tradition. The natural gases in their totality, comprise the methane gas in Transylvania's basin, the free gases in the other areas of the country especially in the formations located in the vicinity of the oil deposits or in the formations located above them, as well as the gases associated which are extracted together with the crude oil. Due to the fact that the greatest part of the methane gas in our country does not contain sulphur and has a high purity (99.8% CH_4) created the possibility of developing a powerful Romanian industry for chemization and synthesis for obtaining from this raw material a large range of products.

The natural gases extraction has gradually developed in the last 30 years, thus in 1974, the methane gas and associated gases exceeded 30,000 million c.m. (fig. 2).

Concomitently, the national gas pipeline system was carried out, crossing the territory of our country in all directions in accordance with the location of the great economic units, chemical, syderurgical, thermoenergetic integrated works, a.s.o. In 1974 the length of the gas pipelines totalled over 6,500 km. To ensure the gas transportation in the best conditions and for meeting the peak consumptions, turbo-compressors stations were erected, their installed power exceeds 36,000 HP.

The scientific research in the field of wells' drilling and of oil and gas extraction had a substantial contribution in the increase of the technical level of all industrial oil

and gas branches in the Socialist Republic of Romania. The problems of all the exploitation engineering were approached and solved (geology, geophysics, drilling, production). The main objectives of the researches made were concentrated in the direction of increasing the industrial reserves and oil and gas production, optimizing the operation of the existing plants, turning to account the oil gases (associated), developing the prospects of the oil and gas industry and ensuring by this the raw materials for petrochemistry.

For this purpose, there is the Research and Designing Institute for Oil and Gases (ICPPG) Cîmpina, carrying out research and designing works for oil and gases, rendering technical and scientific assistance to the productive units in the country. Briefly, the preoccupations of this Institute are the following : carrying out studies and geological, geophysical and geotechnical researches ; carrying out designs for prospectings, explorations and exploitations, researches for applying modern methods in drilling oil and gas extraction wells ; carrying out technical documentation of complex designing for surface installations in the oil and gas fields regarding oil and gas transportation and storage, road construction in oil fields including automation designs.

The Institute has got contracts for carrying out research and design works under the scientific and technical cooperations with the research and design units in other countries as well as for rendering technical and scientific assistance.

The high competence of our specialists, the quality and performances of the equipment manufactured in Romania, the expansion of technical-scientific collaboration and cooperation in this field, made possible the affirmation of the Romanian presence abroad by a variety of cooperation forms, rendering works and services.

We mention in this regard that Romania occupies the third place in the world in the production of oil equipment. The gold medals and the unanimous appreciations obtained at various International Trade Fairs, as well as the performances achieved by Romanian drilling rigs in various countries of the world, gives us the possibility to speak, at present, with certainty about a Romanian school for oil equipment, characterized by products of high competitiveness, concretizing an effort of original technical thinking of the Romanian engineers and technicians.

As a result of developing this activity, there was necessary to create specialized enterprises in the field of oil extraction to efficiently meet all foreign demands. To this effect, the State Company for Foreign Trade ROMPETROL was set up, its object of activity consists in execution of works and studies regarding the oil extracting industry as well as the designing and delivering of complete oil installations, a large range of services regarding the specialized technical assistance, training of personnel for running the oil installations imported from Romania, working out studies, designs, technical and economic researches on foreign partners' demand. Having such installations and specialists in the oil industry, the foreign demands have become more and more numerous.

On the request of foreign partners, the Romanian geologists made studies and designs for geological surveying on areas with prospects of hydrocarbons on the territories of the respective countries. Likewise, there were made various expertise works by Romanian specialista, studies and designs for increasing the productivity of wells and for the exploitation of deposits with the maintenance of pressure by water injection.

The achievements obtained in the export of installations and services specific to the oil and gas extracting industry were possible due to Romania's multilateral development, due to the foreign policy of our state that intensifies the trade relations and the technical-economic and scientific cooperation with all the countries of the world, regardless their social and economic systems, on the basis of the principles of respecting the national sovereignity and independence, equality in rights, non-interferance in the home affairs and mutual advantage.

Prof. docent BUJOR ALMĂŞAN
ministrul minelor, petrolului şi geologiei

Dezvoltarea industriei de petrol şi gaze din România

Industria de petrol din România este cunoscută din date oficiale, încă de la jumătatea secolului al XIX-lea. Astfel în 1857 România înregistrează oficial o producţie industrială de petrol de 275 tone. Tot în 1857 Bucureştiul devine primul oraş din lume luminat cu kerosen prin punerea în funcţiune a primei rafinării româneşti la Rîfov lîngă Ploieşti.

În aceşti aproape 120 de ani de existenţă, industria românească de petrol a trecut prin diferite perioade acumulînd o mare experienţă. Astfel, după perioada exploatării prin puţuri, prin erupţii libere, a prelucrării petrolului în primele rafinării rudimentare, apoi a distrugerilor din timpul celor două războaie mondiale a urmat, în ultimii 30 de ani, perioada de extindere şi modernizare a acestei importante ramuri industriale. S-a reuşit o dezvoltare armonioasă a tuturor ramurilor acestei industrii cum ar fi : cercetările geologice şi geofizice, cercetările ştiinţifice în domeniul forajului şi producţiei de petrol şi gaze, amplificarea forajului de cercetare şi de exploatare, perfecţionarea metodelor de extracţie a petrolului şi gazelor. Cumulate, petrolul şi gazele deţin în prezent în balanţa de resurse energetice româneşti peste 70 % (33 % petrolul şi 40 % gazele naturale).

În cadrul cercetărilor geologice şi geofizice, una din cele mai importante sarcini a constituit-o dezvoltarea lucrărilor menite să sporească rezervele de hidrocarburi prin punerea în evidenţă a unor noi zăcăminte de petrol şi gaze prin studii mai amănunţite, cu mijloace puse la dispoziţie de tehnica modernă, atît în zone vechi, cît şi în alte regiuni noi. De asemenea, a apărut necesitatea cercetării formaţiunilor geologice situate la adîncimi mai mari de 3 500 m, a capcanelor structurale de mai mică amplitudine. Cercetarea s-a bazat îndeosebi pe o activitate intensă în domeniul prospecţiunilor geofizice, mărindu-se eficienţa economică a acestor lucrări prin utilizarea unei aparaturi din ce în ce mai perfecţionate.

Lucrările efectuate în ultimii ani au condus la obţinerea unor importante rezultate în legătură cu volumul rezervelor existente de hidrocarburi, care să asigure dezvoltarea în continuare a producţiei de ţiţei şi gaze. Actualmente, datorită intenselor lucrări de prospecţiuni geologice şi geofizice şi ca urmare a forajului de cercetare geologică, s-au pus în evidenţă noi zone productive pe cuprinsul ţării. Este de subliniat faptul că în perioada 1944—1974, forajul de cercetare geologică a crescut de peste 20 ori, ajungînd să reprezinte anual circa 60 % din volumul total de foraj.

În domeniul forajului sondelor întreprinderile specializate urmăresc continuu îmbunătăţirea indicatorilor specifici (viteza mecanică, metrajul de sapă, preţul de cost pe metru forat etc.), experimentînd cu succes optimizarea regimului de foraj şi aplicarea metodelor moderne de săpare cum ar fi : forajul cu jet, forajul cu sape cu diamante, folosirea de fluide de foraj speciale etc. Eficienţa economică ridicată a forajului cu jet face ca această metodă să fie extinsă în continuare (în 1974 ponderea forajului cu jet a reprezentat peste 55 % din volumul total de foraj).

În raport cu caracteristicile formaţiunilor geologice au fost concepute noi construcţii de sonde, au fost asimilate noi tipuri de burlane de foraj, noi tipodimensiuni de sape, de carotiere, prăjini de foraj din oţeluri speciale, prăjini grele cu profiluri diferite şi stabilizatori pentru garnituri de foraj. În paralel s-au perfecţionat metodele şi aparatura de investigare a găurilor de sondă şi s-au introdus metode moderne de interpretare calitativă şi cantitativă a datelor obţinute.

În scopul realizării parametrilor tehnologici de foraj corespunzător condiţiilor de presiune şi temperatură ridicată, s-au elaborat aditivi noi pentru fluidele de foraj, paste de ciment rezistente la temperaturi şi presiuni ridicate, elaborarea unor metode noi pentru prevenirea şi combaterea pierderilor de circulaţie etc., ceea ce a permis realizarea a numeroase sonde de mare adîncime. Astfel, pînă la sfîrşitul anului 1974 s-au forat 49 sonde cu adîncime de peste 4 000 m. În prezent se forează o sondă proiectată la peste 8 000 m adîncime.

Exploatarea raţională a zăcămintelor de petrol şi aplicarea metodelor ştiinţifice în extracţie au stat la baza creşterii continue a producţiei. Noile zăcăminte au fost puse

în producție numai pe bază de proiectare de exploatare prin care s-au precizat metodele de exploatare, numărul de sonde, volumul de investiții pe fiecare structură, debitul optim de petrol al sondelor, reușindu-se în acest fel să se asigure, cu cheltuieli minime, cantități optime de țiței și un factor final de recuperare ridicat.

Prin aplicarea și extinderea metodelor moderne de recuperare secundară și menținere de presiune de zăcămînt prin injecția de apă și gaze, în diverse variante, unitățile de extracție au reușit să depășească continuu sarcinile de plan. Producția de petrol în decursul ultimilor 30 de ani, a crescut continuu (fig. 1), asigurînd nevoile de hidrocarburi ale economiei naționale. Introducerea unor procedee tehnologice noi în procesul de exploatare, ca de exemplu fisurarea hidraulică simplă, multiplă sau combinată cu diferite tratamente pentru îmbunătățirea permeabilității zonei din jurul găurii de sondă, tratamente cu solvenți sau substanțe tensioactive, injecția ciclică de abur, combustia subterană și altele, au avut ca efect intensificarea ritmului de extracție și obținerea unor factori superiori de recuperare a petrolului din zăcămînt.

Programul actual de creștere a factorului final de recuperare cuprins detaliat, de la faza de cercetare, experimentare, proiectare, pînă la faza industrială toate lucrările necesare inclusiv dotarea și eforturile de investiții indicînd creșterea rezervelor recuperabile precum și producția de petrol ce se va putea extrage suplimentar.

În domeniul exploatării și utilizării gazelor naturale, țara noastră are o bogată tradiție. Gazele naturale, în totalitatea lor, cuprind gazul metan din bazinul Transilvaniei, gazele libere din celelalte zone ale țării, în special din formațiuni situate în vecinătatea zăcămintelor petrolifere sau din formațiunile situate deasupra acestora, precum și gazele asociate care se extrag împreună cu țițeiul. Faptul că cea mai mare parte din gazul metan din țara noastră nu conține sulf și este de o puritate deosebită (99,8% CH_4) a creat posibilitatea dezvoltării unei puternice industrii românești de chimizare și de sinteză pentru obținerea din această materie primă a unei largi game de produse.

Extracția de gaze naturale s-a dezvoltat treptat în ultimii 30 ani ajungînd ca în anul 1974 producția de gaz metan și gaze asociate să depășească nivelul de 30 000 milioane metri cubi, (fig.2).

Paralel s-a dezvoltat sistemul național de conducte magistrale de gaze care străbat teritoriul țării, în toate direcțiile, în concordanță cu amplasarea marilor unități economice, combinate chimice, siderurgice, termoenergetice și altele. În anul 1974 lungimea traseelor de conducte magitrale de gaze însuma peste 6 500 km. Pentru asigurarea transportului gazelor în condiții optime și pentru acoperirea vîrfurilor de consum au fost instalate stații de turbocompresoare a căror putere instalată depășește 36 000 CP.

Cercetarea științifică în domeniul forajului sondelor și extracției petrolului și a gazelor a avut o contribuție substanțială la ridicarea nivelului tehnic al tuturor ramurilor industriei de petrol și gaze din R.S. România. Au fost abordate și rezolvate problemele din toate domeniile ingineriei de exploatare (geologie, geofizică, foraj, producție). Obiectivele principale ale cercetărilor efectuate au fost îndreptate în direcția creșterii rezervelor industriale și producției de petrol și gaze, optimizării funcționării instalațiilor existente, valorificării gazelor de petrol (asociate), dezvoltării de perspectivă a industriei de petrol și gaze și asigurării de către acestea a materiilor prime pentru petrochimie.

În acest scop funcționează Institutul de cercetare și proiectare pentru petrol și gaze (ICPPG) Cîmpina, care efectuează lucrări de cercetare și proiectare legate de dezvoltarea și modernizarea industriei de petrol și gaze, acordă asistență tehnică și științifică unităților productive din țară. Pe scurt preocupările acestui institut sînt: efectuarea de studii și cercetări geologice, geofizice și geotehnice: întocmirea proiectelor de prospecțiuni, explorare și exploatare, cercetări pentru aplicarea unor procedee moderne în forajul sondelor, extracția petrolului și gazelor; elaborarea documentațiilor tehnice de proiectare complexă pentru instalațiile de suprafață din cîmpurile de petrol și gaze pri-

vind transportul și stocarea petrolului și gazelor, construcții de drumuri din schele, inclusiv proiecte pentru automatizare.

Institutul are contracte pentru efectuarea de lucrări de cercetare și proiectare în cadrul acțiunilor de cooperare științifică și tehnică cu unități de cercetare și proiectare din alte țări, precum și pentru acordarea de asistență tehnică și științifică.

Înalta competență a specialiștilor noștri, calitatea și performanțele utilajelor fabricate în țară, au înlesnit lărgirea colaborării și cooperării tehnico-științifice în acest domeniu, ceea ce a făcut posibilă afirmarea prezenței românești peste hotare, printr-o varietate de forme de cooperare, prestări de lucrări și de servicii. Amintim în această privință că România ocupă locul trei în lume în producția de utilaj petrolier. Medaliile de aur și aprecierile unanime obținute la diferite tîrguri internaționale, precum și performanțele realizate cu instalațiile de foraj românești în diferite țări ale lumii, permit să se poată vorbi în prezent, cu toată certitudinea, de o școală românească de utilaj petrolier, caracterizată prin produse cu competitivitate ridicată, materializînd un efort de gîndire tehnică originală a inginerilor și a tehnicienilor români.

Ca urmare a dezvoltării acestei activități, a fost necesară crearea unor întreprinderi specializate în domeniul industriei extractive de petrol, care să satisfacă în mod operativ toate cererile externe. În acest scop s-a înființat întreprinderea de stat pentru comerțul exterior ROMPETROL al cărui obiect de activitate îl constituie executarea de lucrări și studii privind industria extractivă de petrol, precum și proiectarea și livrarea de instalații petroliere complete, precum și o gamă largă de servicii privind asistența tehnică de specialitate, instruirea personalului pentru exploatarea instalațiilor petroliere importante din România, elaborarea de studii, proiecte, cercetări tehnice și economice la cererea partenerilor externi. Dispunînd de asemenea instalații, precum și de specialiști în domeniul industriei de petrol, solicitările externe au devenit din ce în ce mai numeroase.

La cererea unor parteneri externi, geologii români au efectuat studii și proiecte pentru cercetarea geologică pe o serie de perimetre cu perspective de hidrocarburi de pe teritoriile țărilor respective. De asemenea, au fost efectuate diferite lucrări de expertizare de specialiștii români, studii și proiecte pentru creșterea productivității sondelor și pentru exploatarea unor zăcăminte cu menținerea presiunii prin injecție cu apă.

Realizările obținute în exportul de instalații și servicii specifice industriei extractive de petrol și gaze au fost posibile datorită dezvoltării multilaterale a României și a politicii externe a statului nostru care intensifică relațiile comerciale și de colaborare tehnico-economică și științifică cu toate țările lumii, indiferent de sistemul lor social și economic, pe baza principiilor respectării suveranității și independenței naționale, a egalității în drepturi, neamestecului în treburile interne și a avantajului reciproc.

Prof. dr. eng. Gh. PACOSTE and dr. eng. Gh. ALDEA
Deputy Minister Director ICPPG – Cîmpina

Methods for enhancement ultimate recovery in Romanian oil fields

In the S.R. of Romania oil men experience in oil exploitation is backed by long tradition, the annual oil production being officially recorded for the first time in 1857.

The oil deposits in the S.R. of Romania generally range from 100 to 4 800 meters in depth, and from a few meters to several tens of meters in thickness. Productive formation dip varies from 2—3° in the Moesique Platform and the Panonian Depression to as much as 70—90° in the diapir fold area, where salt occurs at the surface. Regardless of the geological formations, the reservoir rocks are mostly continuously layered, containing clays and sometimes being poorly consolidated. Strong faulting and folding hindered in most cases a significant natural water encroachment. As a result, the recovery mechanism has been dissolved gas drive and gravity drainage. In their late production life these reservoirs have reached recoveries varying from 25% to 75%.

Increasing ultimate recoveries of oil fields has long been the chief concern of the petroleum engineers in Romania, as evidenced by the gas injection tests performed in the 1930's in the Dacian and Meotian formations of the Piscuri North — Moreni, Urlaţi, Ochiuri and Băicoi fields.

These early tests could not be expanded since field scale operations would have required the unitization of the leases belonging to various petroleum companies, and because at that time fluid injection was pioneer work.

After the World War II, the nationalisation of the petroleum industry made it possible to direct coordinated efforts towards the application and development of processes such as gas injection and waterflooding, with a view to increasing ultimate oil recovery.

Both processes have been used for pressure maintenance and secondary recovery. The geological features of the productive formations gave rise to difficulties, calling for water advance control, particularly in secondary recovery operations. The experience graduallya cquired in conducting such processes and the application of reservoir engineering practices have led to an increased number of oil reservoir reaching ultimate recoveries between 45 and 60%. Special efforts have also been made for the application of thermal methods, namely in situ combustion and steam drive to produce heavy oil reservoirs. Thus, an average national ultimate recovery of about 30.1% has been estimated from the recovery operations now in progress.

During the last decade, however, the most important problem facing mankind, and consequently our country, is the ever increasing demand for energy. Increased supply of energy is being required for our national economy and for providing the feedstock for petrochemical plants. The actions deemed necessary to achieve these goals under the conditions existing in Romania are as follows :

- intensifying geological research and exploration to discover new hydrocarbon reserves, and
- intensifying the measures in view of increasing the average national oil recovery by making widespread use of the conventional recovery methods — waterflood and gas injection — urging the application of new field tested recovery methods and developing new methods.

Since the increase in the ultimate oil recovery is considered a State problem, a unit national program was set up, aimed at improving the conventional recovery methods and implementing, on a large scale, the new methods that will lead to increased recoverable reserves and oil production.

The goal set by the unit program to assure over the next 15 years recovery mechanisms

permitting to increase the average national ultimate recovery to 42% or more, for the oil reservoirs now under exploitation, represents special efforts for the Romanian oil industry. For this purpose the available techniques must be further improved and new ones shall

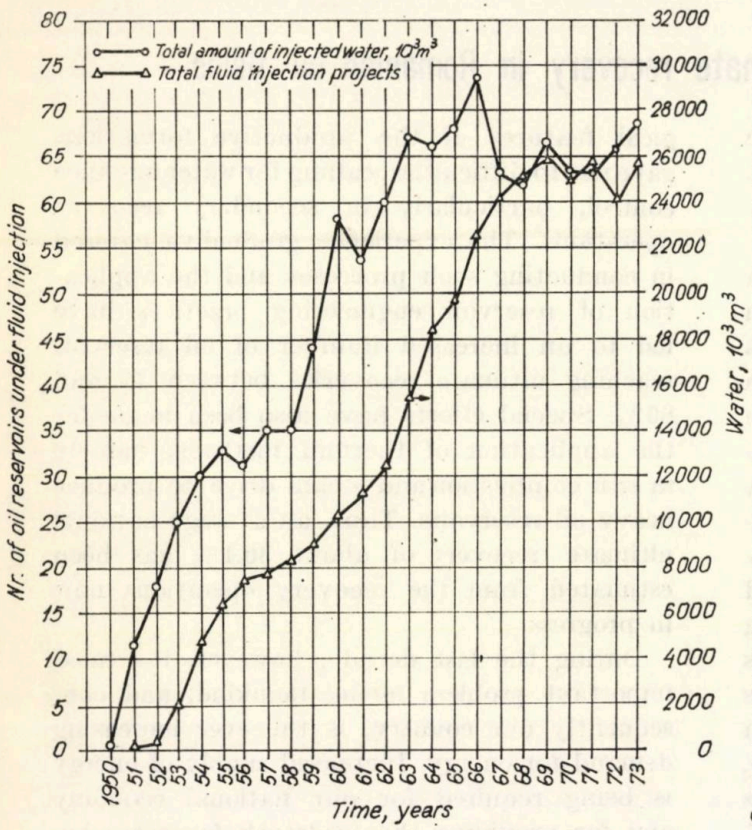


Fig. 1. Of oil reservoirs receiving fluid injection.

be developed, while the experience acquired so far must be continuously updated for the oil men to be able to meet new challanges.

I. History of conventional methods applied in Romania

Owing to the widely varying characteristics of the oil fields, the Romanian petroleum exploitation was for a long time a training school for petroleum engineers. This made it possible for the gas injection and waterflood full scale processes to start as early as 1950, for the double purpose of increasing ultimate recovery and maintaining high production rates. As more experience was acquired, the fluid injection projects have been applied to an increasing number of oil reservoirs (fig. 1).

The injection water has been both fresh water and field brine. The water amount injected annually has reached values twice as grear as the annual oil production. Injection watet treatment is simply by settling and filtration, only in a few cases preliminary water cleaning has been necessary.

In order to reduce the water amount produced along with the oil, the anisotropic properties of the formations were taken advantage of. Thus, water production could be delayed by selective and successive perforations above the shale intervals; this technique resulted in high waterfree oil production for these formations.

During this period oil production by fluid injection accounted for 30—35% of the total annual production. The factors playing a major role in this case were a number of successful gas injection projects where high withdrawal rates were achieved, and in-fill drilling, which resulted in increased sweeping efficiency. Throughout the projects life, consideration was given to the oil resaturation of the zones where original production had been associated with high gas-oil ratios; the drilling of wells in appropriate positions contributed to substantial increase in oil production.

The additional production obtained against the oil amount which would have been produced if the fluid injection projects had not been applied, accounts for an average annual value of 11—12% of the total oil production. There was a continuous increase in the cumulative additional production considered by 5 years stages (fig. 2) with the highest values being attained during the 1966—1970 stage by waterflood applied for pressure maintenance. Successful waterflood projects have also been applied to the oil reservoirs containing crude oils of about 0.9 kg/dm³ gravity. To keep the additional oil production from declining during the next stage, when after breakthrough the oil is produced with increasingly higher water amounts, efforts are being made

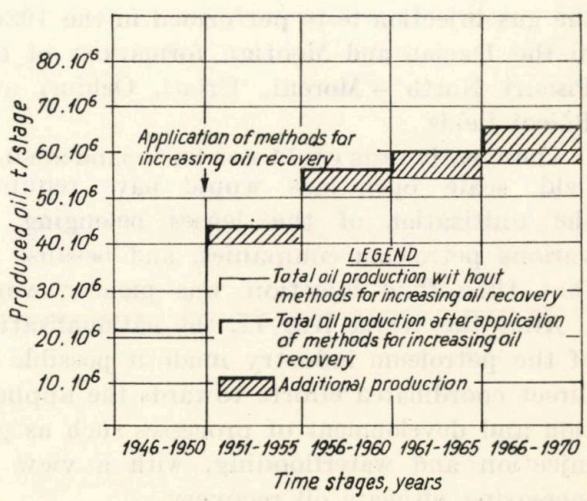


Fig. 2. Increase in oil production due to gas injection and waterflood.

to diminish watercut by producing the wells as rates which would not allow water advancing along the fractures into the wells. In the Meotian formations in the Slătioarele area, the water injection applied within the reservoir boundaries succeeded in reducing the high water cut of the producing wells, which was due to the water of the unconformable Helvetian encroaching into these wells. Water injection was extensively used for the same purpose in an increased number of reservoirs, using increased water amounts for injection. It should be pointed out that optimized control of gas injection and water flood operations conducted in the Oligocen formations of Moldavia, an ultimate recovery of 52% could be achieved, despite the poorly developed fracture system.

Injection fluid consumption has been kept within normal limits, considering that, on the average, over the entire period about 15 m^3 of water and 2 500 Nm^3 of gas respectively have been injected for each ton of additional oil.

The gas injection and water flood projects have resulted in an increased number of oil reservoirs with ultimate recoveries approaching the upper limit of 50—60%. Taking, however, into consideration that for a number of reservoirs lower ultimate recoveries will be attained, and in addition, there are reservoirs for which minimum ultimate recoveries have been estimated because of unfavorable conditions, a national average ultimate recovery of 30.1% is estimated for the projects under way.

II Increasing ultimate oil recovery

Increasing ultimate recovery of oil reservoirs by improved or new recovery methods, a worldwide target now, has been a permanent concern of the Romanian petroleum industry men. The existance of a great number of heavy crude oil reservoirs has caused efforts to be primarily directed towards developing and implementing the thermal methods, namely combustion drive and steam injection.

Based on research and detailed studies, the first combustion drive test was initiated in 1964 in the Suplacu de Barcău Field. The favorable results obtained in these field tests and the experience gained in igniting and controlling the combustion process have permitted successful full-scale operations, with an increase in ultimate recovery from 9% (by primary methods) to about 42%. This value is expected to further increase by the application of wet combustion and by injecting water into the burnt out zone. Ignition operations have also been carried out in other fields and successful in situ combustion pilot tests are being conducted, with gradual expansion to full scale operations being planned.

Steam injection, applied primarily as a means of increasing well production, has also been applied with a view to increasing ultimate recovery of crude oil. In fact, the possibility of obtaining by soak steaming ultimate recoveries which would be comparable or even higher than those obtained by continuous steam injection was successfully proven in the Levantin formations of the Diapir fold area. In these reservoirs, which are very thick, with high permeabilities, in addition to the reduction in oil viscosity due to steam, gravity drainage prevails as a recovery mechanism. The ultimate recovery estimates indicate an increase from a few percentages to as much as 35%.

Extensive research and studies have been carried out to develop additives to reduce the injection water mobility. Satisfactory results have permitted the initiation of field tests in many reservoirs.

Much effort has also been devoted to miscible flooding. Thus, micellar solutions have been developed in the laboratory; also preliminary operations in the field are under way for the application of CO_2 injection projects.

The actual dimensions of the problem have, however, been established by the Party's and State's leadership in an unitary program involving the analysis of all the oil reservoirs of the country; based on the results of this analysis, the most adequate methods for increasing ultimate recoveries will be recommended along with the actions to be taken and the estimated additional oil recovery. For this purpose a study was made of the reservoir properties and operational characteristics for hundreds of reservoirs. After a first „screening" of the oil fields, it was apparent that owing to the great variety of reservoirs existing in Romania, it would be possible to apply any one of the advanced recovery methods, depending upon the most favorable conditions.

The combustion drive method and particularly its alternative the wet combustion process appear to be most effective in terms of ultimate recovery for heavy oil reservoirs, both as secondary recovery method and tertiary process applied after waterflooding. The potential value of these methods has also been considered for intermediate-gravity crudes, where conditions are favorable for starting and supporting combustion processes.

Steam injection may be applied to shallow reservoirs having characteristics similar to those of the Levantin formations, where the effect of the gravity drainage may be beneficial. Soak steaming, generally used for well stimulation, can be applied for controlling the fire front in combustion drive processes, where the front moves past the wells in the combustion pattern without affecting them.

High viscosity water injection for mobility control will be applied to all the oil reservoirs having favorable conditions with the ultimate purpose of superseding the conventional waterflooding. It will, therefore, be necessary to find the adequate additive to match the existing reservoir conditions, its concentration and the plug size. Measures must also be taken to eliminate difficulties that might arise during the process (formation damage, chemical or mechanical downgrading etc.). Another problem requiring careful consideration is the fact that sometimes the brine produced in the field is used for the solution to be injected; in this case care must be taken to maintain the same sweeping efficiency.

Michellar solution injection followed by a high viscosity water slug is also a method applicable in many cases. Theoretically it should be applied for tertiary recovery, after completion of a waterflood project when other tertiary methods are not advisable. The complexity of the method and the high cost of the additives require further laboratory studies and field tests, so that each project should fit the particular well conditions.

CO_2 *injection* is limited by the availability of CO_2 and the cost, as well as by the reservoir pressure required for miscibility. In Romania there exist pressure gas accumulations with high CO_2 content. Investigations have shown CO_2 injection to be applicable in the first place to oil reservoirs located near the CO_2 sources. In case the oil reservoir pressure is lower than the pressure required for miscible displacement, a preliminary repressuring program will be applied using water injection.

Miscible flooding using dry or rich gas was not considered desirable because of the very high injection pressures recessary to assure miscibility. The alcohol or LPG slug was also considered uneconomical because of high cost and the marked hererogeneity of the beds.

Surfactant injection has been under study for some time, but the adsorbtion phenomenon indicated by laboratory tests is expected to limit its field applicability.

In addition to the studies conducted on new recovery methods consideration has also been given to the intensive use of conventional methods, particularly waterflooding. Based on research and studies, it is possible now to apply waterflooding to formations having a high shale content. Improved techniques have been developed for the processes under way, depending upon the reservoir characteristics and the operating practices (for ex. alternate injection of water and gas, changing of current lines etc.).

For shallow oil sands and tar sands the posibility of applying mining methods will be studied. For the former, however, the presence of gas, even though the deposit is in an advanced depletion stage, should be taken into consideration for safety reasons.

Oil production and ultimate recovery might also be increased by in-fill drilling and additional well patterns in oil fields or on those structural positions where higher oil saturation is likely to exist. Careful examination of the production history of a field might reveal new recoverable reserves in oil structures. In fact, in the oil reservoirs discovered and brought into production between 1925—1940, the production well patterns were generally drilled updip, where the formation was sure to be productive, if no original gas cap existed. In most cases the water-oil contact was not identified. Now, with a single operator controlling the whole field it has been easy to recognize that the water-oil contacts could not be on widely differing isobaths in the formerly adjacent properties. It is thus possible that the zones considered to be watered out might be oil saturated at values approaching the original saturation. In this way an oil productive zone was evidenced down dip in the Dräder of the Diapir fold area, shown by the production maps to be watered out.

This vast program was set up bearing in mind that each of the methods applied for increasing ultimate recovery might reach peak values of 60—70% only under particularly favorable conditions. However, since such conditions only exist in certain oil fields, the ultimate recovery will be well below this values for each recovery methods and for the recovery methods as a whole. It is thus felt that over the next 15 years an average national ultimate recovery of 42% or more can be attained by the available recovery methods and the new methods. The estimated increase in the ultimate recovery from the present value of about 20% to 30—31% by primary and conventional methods such as waterflooding and gas injection, and to 40—44% by improved and new methods is shown in figure 3. It is expected that further improvement of the available recovery methods and development of completely new ones will make it possible to eventually attain ultimate recoveries of 55—60%.

Intensive research aimed at improving and developing more efficient recovery methods will help support the program outlined above. With regard to testing and implementing the resulting methods, close cooperation between

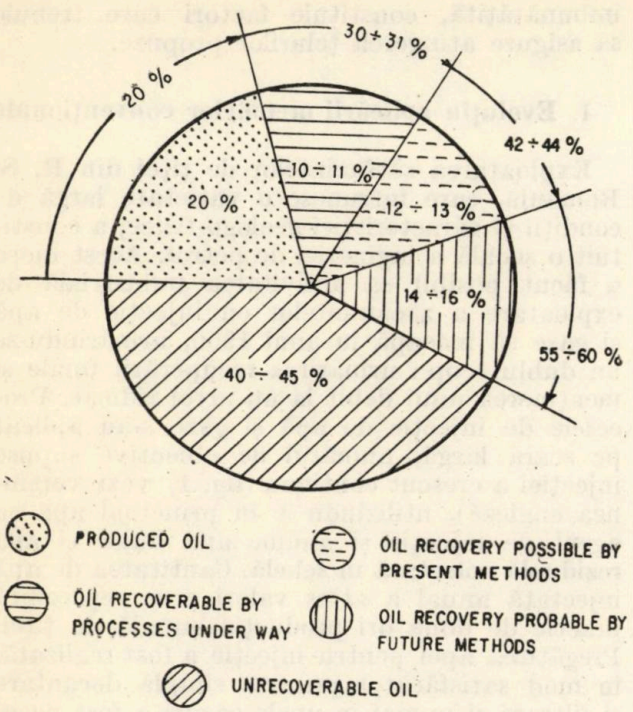


Fig. 3. Increased ultimate oil re overy.

research and equipment and chemical industry has been ensured, as a major condition for reaching the proposed goals.

Conclusions

1. The existence of oil fields in Romania covering a wide range of reservoir characteristics and the fact that in Romania oil recovery started well before 1900 made it possible for the Romanian oil men to acquire extensive experience in this area.

2. The ultimate recovery of 30% attained in Romania by the processes now under way in the oil fields has met the fuel and consumption requirements as well as the feedstock needs for petrochemistry.

3. An unitary program set up for further increasing ultimate recovery to 42% testifies to the importance attached to meeting the increasing energy demands of the national economy and the particular efforts made by the Romanian oil men to attain the goals.

Prof. dr. Gh. PACOSTE și dr. ing. Gh. ALDEA
adjunct al ministrului — director ICPPG — Cîmpina

Preocupări pentru creșterea factorului final de recuperare la zăcămintele de țiței din R.S. România

Experiența existentă în R. S. România în domeniul extracției țițeiului și gazelor are la bază o tradiție bogată, prima producție oficială datînd din anul 1857.

Zăcămintele de țiței din R. S. România se află la adîncimi cuprinse între 100 și 4 800 m și au grosimi de la cîțiva metri, la mai multe zeci de metri. Înclinările stratelor productive variază de la 2—3° în Platforma moesică și Depresiunea panonică, pînă la 70—90° în zona cutelor diapire, unde sarea a apărut la suprafață. Indiferent de formațiunea geologică, rocile rezervor au un caracter stratificat continuu sau discontinuu, marnos și uneori neconsolidat. Tectonizarea accentuată a determinat ca în majoritatea cazurilor să nu existe o avansare substanțială a apei marginale. În aceste condiții, cele mai multe din zăcămintele vechi de țiței au produs în gaze dizolvate și sub efect gravitațional. Acestea se află într-un stadiu avansat de exploatare cu factori de recuperare variind între 25 și 75%.

Mărirea factorului final de recuperare a țițeiului a preocupat în mare măsură pe petroliștii din România, fapt marcat de experimentele de injecție de gaze efectuate între 1930 — = 1938 la zăcămintele de țiței din dacianul și meoțianul de la Piscuri Nord — Moreni, Ochiuri, Urlați și Băicoi.

Existența perimetrelor aparținînd mai multor societăți, precum și caracterul de pionierat al operațiilor respective nu a permis extinderea lor industrială.

După al doilea război mondial și odată cu naționalizarea industriei extractive de țiței

şi gaze existenţa unui singur proprietar a făcut posibilă concentrarea eforturilor statului pentru a iniţia şi dezvolta procese industriale de injecţie de apă sau gaze, în scopul creşterii factorului de recuperare la zăcămintele de ţiţei. Caracterul proceselor a fost de recuperare secundară şi menţinere de presiune, iar caracteristicile zăcămintelor au ridicat probleme dificile, legate de dirijarea avansării regulate a apei în diferite strate, mai ales în cazul recuperării secundare. Experienţa cîştigată treptat în urmărirea şi dirijarea corectă a acestor procese şi dezvoltarea ingineriei de zăcămînt au condus la o mărire a numărului de zăcăminte la care s-au asigurat valori mari pentru factorii finali de recuperare şi anume între 45 şi 60%. De asemenea, existenţa zăcămintelor cu ţiţei greu şi vîscos şi necesitatea exploatării eficiente a acestora a determinat urgentarea iniţierii şi dezvoltării la scară industrială a metodelor termice de exploatare şi anume combustia subterană şi injecţia de abur. Ca rezultat al acestor acţiuni, prin metodele de exploatare în curs de aplicare, s-a asigurat în prezent realizarea unui factor final mediu de recuperare pe ţară de 30,1%.

Începînd cu ultimul deceniu însă, problema cea mai importantă cu care este confruntată omenirea şi prin urmare şi ţara noastră o constituie asigurarea bazei energetice pentru dezvoltarea economiei naţionale şi asigurarea materiilor prime pentru chimizare. Se prevede ca în condiţiile din R. S. România, aceste obiective de bază ale economiei naţionale să se rezolve pe următoarele căi :

- intensificarea lucrărilor de cercetare geologică şi explorare pentru descoperirea de noi hidrocarburi;
- intensificarea măsurilor pentru creşterea factorului mediu de recuperare pe ţară, prin extinderea metodelor clasice — injecţia de apă şi gaze —, introducerea mai rapidă a noilor metode de recuperare verificate în şantiere şi elaborarea de noi metode.

Considerată ca problemă de stat, asigurarea creşterii factorului final de recuperare la zăcămintele de ţiţei a necesitat elaborarea unui program unic de acţiune pe ţară, care prevede îmbunătăţirea metodelor convenţionale şi dezvoltarea industrială a metodelor noi şi care va conduce la creşterea, în timp, a rezervelor recuperabile şi a producţiei de ţiţei.

Sarcina de a se asigura în următorii 15 ani, la zăcămintele cunoscute în momentul de faţă, mecanisme de recuperare care să crească factorul final de recuperare, mediu pe ţară, la peste 42%, reprezintă un efort deosebit pentru petroliştii români.

Mijloacele de realizare existente şi de care se va dispune, precum şi experienţa de operare cîştigată pînă acum şi care este necesar să fie îmbunătăţită, constituie factori care trebuie să asigure atingerea ţelurilor propuse.

I. Evoluţia aplicării metodelor convenţionale

Exploatarea zăcămintelor de ţiţei din R. S. România, care întrunesc o varietate largă de condiţii şi caracteristici geologo-fizice, a constituit o şcoală a ingineriei de petrol. Acest lucru a făcut posibil ca activitatea industrială de exploatare a zăcămintelor cu injecţie de apă şi gaze să înceapă în anul 1950, urmărindu-se un dublu scop : urmărirea recuperării finale şi menţinerea unui debit la un nivel ridicat. Procesele de injecţie de apă şi gaze s-au aplicat pe scară largă, numărul de obiective supuse injecţiei a crescut continuu (fig. 1, vezi versiunea engleză), utilizîndu-se în principal apa ca agent de injecţie şi anume apa dulce şi apa reziduală colectată în schelă. Cantitatea de apă injectată anual a atins valori care reprezintă practic de două ori producţia anuală de ţiţei. Pregătirea apei pentru injecţie a fost realizată, în mod satisfăcător, printr-o simplă decantare şi filtrare şi numai în unele cazuri a fost necesară o epurare prealabilă.

În scopul reducerii cantităţii de apă produse odată cu ţiţeiul prin sondele de reacţie, s-a utilizat la maximum caracterul anizotropic al stratelor. Astfel, prin perforări succesive şi selective — deasupra marnelor — s-a întîrziat producerea cu apă a sondelor, realizîndu-se o pondere mare a ţiţeiului fără apă, din totalul de ţiţei produs.

Raportul mediu între ţiţeiul extras din obiectivele supuse injecţiei şi producţia totală anuală este de circa 30 ÷ 35% pe întreaga perioadă. La aceasta a contribuit şi reuşita unor procese de injecţie la care s-au realizat ritmuri mari de extracţie şi creşteri ale eficienţei de inundare prin îndesirea sondelor de reacţie. În cazurile menţionate, ca de altfel şi în altele, s-a urmărit şi s-a acţionat ţinînd seama de fenomenul de resaturare cu ţiţei a zonelor din care iniţial s-a produs cu raţii gaze-ţiţei mari, obţinîndu-se prin sonde săpate în poziţii corespunzătoare producţii sporite de ţiţei.

Plusul de producţie obţinut, considerat că este cantitatea de ţiţei extrasă în plus, faţă de aceea care s-ar fi extras dacă nu s-ar fi aplicat procesele respective, reprezintă o medie anuală de 11 ÷ 12% din producţia de ţiţei a ţării. Cumulativ, pe etape de cîte cinci ani, plusul de producţie a crescut continuu (fig. 2, vezi versiunea engleză), etapa 1966—1970 caracterizîndu-se prin faza de efect maxim atinsă la procesele de menţinere de presiune prin injecţie de apă efectuate la zăcămintele din Platforma moesică. În această privinţă se consideră că merită să se menţioneze aplicarea cu succes

a proceselor de injecţie de apă la zăcămintele de ţiţei care conţin ţiţeiuri cu greutate specifică de 0,9 kgf/dm³ sau mai mare. Pentru ca în etapa viitoare să se prevină scăderea plusului de producţie, ca urmare a fazei de producere cu apă a sondelor de reacţie, se continuă eforturile de diminuare a cantităţii de apă extrase odată cu ţiţeiul prin exploatarea la debite care nu permit pătrunderea pe fisuri a apei în sonde. De asemenea, prin injecţie intraconturală de apă efectuată la meoţianul din zona Slătioarele, s-au micşorat impurităţile cu care produceau înainte sondele de reacţie, datorită pătrunderii în acestea a apei din helveţianul discordant. În acelaşi scop s-a intensificat acţiunea de extindere a injecţiei de apă, mărindu-se atît numărul de obiective, cît şi cantitatea de agent de lucru injectat. Se menţionează în această privinţă dirijarea optimă a procesului de injecţie cu gaze şi de apă de la oligocenul din Moldova, care în condiţiile unui sistem fisural slab dezvoltat a fost posibil să asigure realizarea unui factor final mediu de recuperare de 52%.

În ce priveşte consumul de fluide injectat, acesta se încadrează între limitele normale, deoarece pentru fiecare tonă de ţiţei obţinută în plus s-au injectat în zăcămînt, în medie pe întreaga perioadă, circa 15 m³ de apă şi respectiv 2 500 Nm³ de gaze.

Procesele de injecţie de apă şi gaze au condus la o creştere a numărului de zăcăminte cu factori finali de recuperare apropiaţi de limita superioară de 50—60%. Ţinînd seama însă de zăcămintele la care se vor realiza valori mai mici pentru factorii finali de recuperare şi, de asemenea, de zăcămintele cu caracteristici defavorabile, la care sînt estimate valori minime ale acestora, factorul final mediu de recuperare pe ţară asigurat că se va obţine prin procesele aflate în curs de desfăşurare este de 30,1%.

II. Creşterea factorului final de recuperare

Preocuparea care apare cu o pondere deosebită în momentul de faţă şi anume aceea de a creşte şi mai mult factorul final de recuperare la zăcămintele de ţiţei, prin aplicarea de metode îmbunătăţite şi noi de recuperare, a constituit sarcină permanentă pentru petroliştii români. Existenţa zăcămintelor cu ţiţeiuri grele şi vîscoase a determinat ca în primul rînd efortul să fie îndreptat pentru punerea la punct şi iniţierea aplicării în şantier a metodelor termice şi anume combustia subterană şi injecţia de abur.

Pe baza cercetărilor efectuate pentru introducerea combustiei subterane, a fost iniţiat în anul 1964 primul experiment de şantier la Suplacu de Barcău. Rezultatele favorabile obţinute pînă în prezent au permis extinderea la faza industrială şi acumularea unei experienţe preţioase în iniţierea, urmărirea şi dirijarea procesului de combustie. Factorul final de recuperare va creşte de la 9% (în exploatarea primară) la circa 42%. Se prevede chiar o îmbunătăţire a acestei valori prin combustie umedă şi injecţie de apă în zona arsă. Au fost executate şi la alte zăcăminte operaţii de aprindere şi s-au efectuat experimente cu rezultat favorabil, extinderea acestora fiind prevăzută eşalonat.

Injecţia de abur, utilizată în primul rînd ca mijloc de intensificare a extracţiei, a fost aplicată şi în condiţiile în care poate conduce la creşterea factorului final de recuperare. Într-adevăr, posibilitatea obţinerii prin injecţie ciclică de abur, a unor factori finali de recuperare comparabili sau chiari mai mari decît prin injecţie continuă de abur, a fost dovedită la levantinul din zona cutelor diapire. La acest zăcămînt în prezenţa unei grosimi şi a unei permeabilităţi mari, odată cu micşorarea viscozităţii ţiţeiului, datorită aburului acţionează preponderent mecanismul de dislocuire gravitaţională. Factorul final de recuperare asigurat a crescut de la cîteva unităţi de procente la 35%.

În scopul reducerii mobilităţii apei de injecţie au fost efectuate cercetări extinse şi experimente de laborator pentru punerea la punct de aditivi corespunzători. Rezultatele obţinute fiind favorabile, s-a trecut la iniţierea primelor experimente.

O atenţie deosebită au primit de asemenea metodele de dislocuire miscibilă a ţiţeiului. Astfel, au fost sintetizate în laborator primele soluţii micelare şi s-a trecut la pregătirea în şantier a primelor procese de injecţie de bioxid de carbon.

Acţiunea care a arătat însă dimensiunea problemei a fost iniţiată de conducerea de partid şi de stat sub forma unui program unic care cuprinde analiza tuturor zăcămintelor de ţiţei din ţară, în scopul de a arăta concret metodele de creştere a factorului final de recuperare cele mai indicate a fi aplicate, ce este necesar pentru aceasta şi ce se estimează a se obţine ca plus de factor final de recuperare. În acest scop, au fost examinate sute de obiective în ce priveşte caracteristicile geologo-fizice şi de exploatare. Cunoscînd, pe de altă parte, caracteristicile şi condiţiile de zăcămînt cerute pentru aplicarea cu succes a diferitelor metode îmbunătăţite şi noi de creştere a recuperării a reieşit că faţă de marea varietate de zăcăminte existente în R. S. România, practic la fiecare, după această primă „filtrare", apare posibilă aplicarea uneia sau alteia din metodele cunoscute.

Combustia subterană, în varianta combustiei umede, are un domeniu larg de extindere, în primul rînd la zăcămintele cu ţiţei greu şi vîscos, atît ca metodă secundară de exploatare, cît şi terţiar, după injecţia de apă. Au fost luate în considerare şi zăcămintele cu ţiţeiuri

mai puţin vîscoase şi mai uşoare, care au caracteristici favorabile de a se aprinde şi întreţine arderea.

Injecţia de abur are posibilităţi de aplicare la zăcămintele de mică adîncime ale căror caracteristici se apropie de acelea de la levantin şi la care poate fi pus în evidenţă efectul gravitaţional. Injecţia ciclică de abur, în general cu efect de stimulare, rămîne ca posibilă de utilizat pentru corectarea frontului de ardere în procesele de combustie, prin acţionarea asupra diferitelor sonde din gabaritul de reacţie, neinfluenţate de combustie.

Injecţia de apă cu mobilitate redusă va fi iniţiată şi extinsă şi la alte zăcăminte cu caracteristici favorabile, tinzîndu-se spre o înlocuire treptată a injecţiei convenţionale de apă.

În acest scop este necesară stabilirea, pentru fiecare caz, a celor mai indicaţi aditivi ai apei de injecţie, a concentraţiei acestora şi a măririi dopului de soluţie. Trebuie, de asemenea, prevăzute măsuri pentru înlăturarea dificultăţilor care ar putea să apară (blocajul stratului, degradarea chimică sau mecanică a aditivului etc.). De asemenea, o problemă importantă o constituie necesitatea utilizării uneori a apei sărate reziduale, colectată în schelă, pentru formarea soluţiei şi din acest motiv trebuie avută în vedere menţinerea aceleiaşi eficienţe de dislocuire.

Injecţia de apă cu soluţii micelare, urmată de injectarea unui dop de apă cu mobilitate redusă, are un domeniu extins de aplicabilitate. Teoretic ar trebui aplicată ca metodă terţiară, la toate zăcămintele la care s-a efectuat injecţie de apă şi la care alte metode terţiare nu sînt indicate. Complexitatea metodei şi costul mai ridicat al aditivilor necesită încă cercetări de laborator şi efectuarea de experimente în şantier, pentru „potrivirea" celor mai indicate compoziţii micelare şi scheme de operare.

Dislocuirea miscibilă cu CO_2 este limitată de existenţa surselor de CO_2 în cantitate mare şi ieftin şi de presiunea zăcămintelor de ţiţei necesară pentru a se asigura condiţiile de miscibilitate. În R. S. România există acumulări naturale de gaze la presiune, cu conţinut ridicat de CO_2. A rezultat că injecţia de CO_2 este în primul rînd aplicabilă la zăcămintele de ţiţei aflate în imediata apropiere a surselor de CO_2. În cazul în care presiunea actuală a zăcămintelor de ţiţei este mai mică decît valoarea necesară asigurării dislocuirii miscibile, se vor lua măsuri pentru refacerea presiunii prin injecţie prealabilă de apă.

Dislocuirea miscibilă cu gaze sărace sau bogate nu a apărut indicat a fi luată în considerare, datorită presiunilor de injecţie foarte mari necesare pentru asigurarea miscibilităţii. De asemenea, *injecţia cu dop de gaze lichide* sau de alcooli, datorită neuniformităţii uneori accentuate a stratelor şi costului ridicat al agentului de lucru.

În ce priveşte injecţia de *substanţe tensioactive* se continuă cercetările, deoarece fenomenul de adsorbţie pus în evidenţă în laborator şi care a limitat oarecum extinderea metodei nu s-a dovedit atît de pregnant în şantier.

În afară de aceste metode noi, o atenţie deosebită s-a acordat utilizării intensive a potenţialului de metode convenţionale, mai ales a injecţiei de apă. S-au creat posibilităţi ca injecţia de apă să se aplice şi la formaţiunile cu conţinut mare în pelite. De asemenea, există soluţii de îmbunătăţire a proceselor aflate în curs de desfăşurare, în funcţie de caracteristicile zăcămîntului şi de modul de aplicare a acestora (de exemplu injecţie alternată de apă-gaze, schimbarea liniilor de curent etc.).

Sînt de luat în considerare şi posibilităţile de a exploata, prin lucrări miniere, unele nisipuri petroliere sau bituminoase aflate la mică adîncime. În primul caz însă, prezenţa gazelor în soluţie, chiar pentru faza înaintată de epuizare a zăcămîntului, va crea dificultăţi în ceea ce priveşte asigurarea securităţii muncii.

Nu trebuie înlăturate posibilităţile ca prin săparea de sonde de îndesire, înlocuirea sau completarea de gabarit pe zăcămintele vechi şi în poziţii structurale, caracterizate printr-o saturaţie mai mare în ţiţei a stratului, să se obţină o intensificare a extracţiei şi o creştere a recuperării. De asemenea, o examinare atentă a istoricului exploatării unui obiectiv, unitate hidrodinamică, să se pună în evidenţă zone noi de rezerve exploatabile în cuprinsul structurilor vechi. Într-adevăr, pentru zăcămintele descoperite şi puse în exploatare în anii 1925—1940, gabaritul de exploatare era săpat spre partea ridicată a structurii şi sigur productivă, în lipsa unei zone de gaz-cap iniţial. De cele mai multe ori contactul iniţial apă-ţiţei nu era precizat. În această situaţie, posibilitatea ca un singur operator să examineze detaliat comportarea zăcămîntului ca o unitate hidrodinamică, conduce la concluzii care arată că în fostele perimetre alăturate nu pot exista contacte apă-ţiţei la izobate sensibil diferite. Prin urmare, este posibil ca zone considerate inundate să fie saturate cu ţiţei la valori apropiate de saturaţie iniţială. În acest mod a fost pusă în evidenţă, de exemplu, la drăderul din zona cutelor diapire, o zonă productivă cu ţiţei, jos pe structură, şi care figura, ca inundată, pe hărţile de producţie.

Ca rezultat al acestei vaste acţiuni s-a avut în vedere faptul că numai în condiţii geologofizice foarte favorabile, fiecare metodă de mărire a recuperării poate duce, numai pentru unele zăcăminte, la factori de recuperare maximi de 60—70%. Întrucît astfel de condiţii se întîlnesc numai la unele zăcăminte de ţiţei, factorul final mediu de recuperare se situează

sub această valoare, atît pentru fiecare metodă în parte, cît şi pe ansamblul lor. În această situaţie se estimează că prin aplicarea metodelor de recuperare cunoscute şi în curs de dezvoltare se va putea asigura în viitorii 15 ani un factor final de recuperare, mediu pe ţară, mai mare de 42%. În figura 3 (vezi versiunea engleză) se arată, schematic, creşterea factorului final de recuperare de la valoarea actuală de circa 20% la 30—31% prin metode primare şi metode convenţionale de injecţie de apă şi gaze şi la 40—44% prin metode primare, convenţionale, termice şi metodele noi în curs de dezvoltare. Se întrevede ca în viitorul mai îndepărtat, prin perfecţionarea metodelor în curs de dezvoltare şi mai ales prin elaborarea de metode noi, diferite esenţial de cele cunoscute, să se poată atinge un factor final mediu de recuperare de 55—60%.

Întregul program unic de creştere a factorului final de recuperare la zăcămintele de ţiţei din R. S. România va fi susţinut printr-o activitate mărită de cercetare, pentru perfecţionarea şi dezvoltarea metodelor respective. În ce priveşte iniţierea experimentării şi extinderea aplicării în şantier a acestora, acţiunea prevede colaborarea tuturor factorilor interesaţi, în vederea asigurării necesarului suplimentar de utilaje, echipamente, aditivi şi agenţi de injecţie.

Concluzii

1. Existenţa în R. S. România a zăcămintelor de ţiţei care acoperă o varietate largă de caracteristici geologo-fizico-productive şi începerea exploatării unora dintre acestea încă înainte de anul 1900 a făcut posibilă acumularea de către petroliştii români a unei vaste experienţe în acest domeniu.

2. Asigurarea, prin procesele de exploatare care se desfăşoară în momentul de faţă, atingerii valorii de 30% pentru factorul final mediu de recuperare la zăcămintele de ţiţei din R. S. România, a răspuns satisfacerii necesităţilor de combustibil şi consum, precum şi nevoilor de materii prime pentru petrochimie.

3. Existenţa unui program unic pe ţară de creştere în continuare a factorului final mediu de recuperare la valoarea de peste 42% arată importanţa mare care se acordă pentru a se asigura satisfacerea cerinţelor crescînde de energie ale economiei naţionale şi efortul deosebit pentru petroliştii români de a asigura atingerea acestui ţel.

Dr. geol. D. PARASCHIV
general director

Considerations on the distribution of oil and gas fields in Romania

Romania is known as an oil producing country since the middle of the last century. The frequency of the natural occurrences of hydrocarbons and the economic value of the first exploitations stimulated a more and more systematic and complex research of prospective geological objects. Started around the natural occurrences of oil and gas, more abundant in the Pre-Carpathian basin at East of the Dîmbovitsa River, the research was extended over the whole surface covered by sedimentary deposits, including the Danube Delta and the Black Sea off-shore.

In the geological frame of the Romanian territory, the most important structural element is represented by the mountainous range of the Carpathians. Based on geological and geographical criteria, the range is divided in the Eastern Carpathians, the Meridional Carpathians and the Apuseni Mountains. The Moesic Platform, the Orogene of North-Dobroudja, the Pre-Dobroudjan Depression and the Moldavian Platform are located in front (at the exterior) of the Carpathians. The mountainous arch of the Oriental and Meridional Carpathians on the one side and the Vorland units on the other side define the Carpathian Foredeep which, together with the Cretaceous Flysch and Paleogen, form the Precarpathian Depression (Grigoraş 1961). In the interior of that mountainous arch, the three main ranges of the Romanian Carpathians enclose the Basin of Transylvania.

On the further side of the Apuseni Mountains and the Meridional Carpathians, in the western side of the country appear the outlines of the Pannonian Depression (Plate).

The seven major structural units proved to be of interest, contain all the known types of traps, that is : structural, stratigraphical, paleogeomorphic, hydro-geological and combined traps.

The most frequent and, at the same time, the most important are the structural traps. In the Pre-Carpathian Depression and in the Transylvanian Basin the folded structures with all their form diversity are predominating. The simplest folded elements, the domes, are specific for the Transylvanian Basin, as well as for the exterior border of the Pre-Carpathian

Depression, respectively in Muntenia and Oltenia; the most complicated ones, the flake-folds and the overlappings of different sizes, characterize the Flysch of the Eastern Carpathians, and, in a lesser proportion, the Miocene subzone. In the Transylvanian Basin, as well as in the Mio-Pliocene subzone and in the Paleogene Flysch, the movement of the Burdigalian and the Tortonian salt had an important rôle in the formation of the structural traps, if not the most determinant. In the Vorland units, and, in a reduced proportion, also in the Pannonian Basin, the disjunctive tectonics marked the structural character of the traps.

The stratigraphic traps, due to the variation of accumulation conditions, and namely, to the occurrence or baulking of some strata, to lithofacial non-uniformity, expressed by the variation of porosity and permeability values, are present in all the petroliferous regions. Their frequency rises on the border of the sedimentary basins, delimitated by the Carpathian massives and inside these basins, where ridges, cordilliers, emersed and immersed positive reliefs (the Pannonian Basin, the Moesic Platform, the Scythian Platform), persisted.

Paleogeomorphic traps, a term used in the acception of Martin (1966), with the exception of the reef deposits, which should be considered as stratigraphical traps, have been identified in all the regions of interest, and, in the first place in the Vorland Units. They occur with the same frequency in the Pannonian Basin, where various ridges of the basement emerged up to the Pliocene, some of them even until the Quaternary. Their great number, their economic importance, their variety of form, the intuition and the special methodology applied for their research and putting into evidence, justifies their ranging in a separate trap category.

Theoretically, the hydro-geological traps might exist in all the Romanian petroliferous basins. Up to now they have been determined only in the Transylvanian Basin.

But, not only simple forms of deposits have been identified on the territory of Romania; on the contrary, on the elements of some monoclinal or folded structure, capable to permit the gravitational separation of the fluids, a very large range of traps has been created, with the contribution of other factors as well, as the stratigraphical, paleo-geographical and hydro-geological factors.

These are the ,,combined traps" (Levorsen, 1967) appearing in all the regions.

According to the affected form, the hydrocarbon deposits of Romania are stratiform, massif and irregular (Gavăt, 1964).

During the 120 years of activity, on the Romanian territory, there have been discovered over 300 productive structures, containing oil and/or gas (Plate). In spite of the fact, that the sedimentary with hydrocarbon prospectives has not been uniformely and entirely explored, some conclusions can be outlined, based on the examination of the distribution of the discovered accumulations.

The deposits known in Romania are situated, stratigraphically, in the metamorphic and weathered basement, in Devonian, Triassic, Middle and Upper Jurassic, Lower and Upper Cretaceous, Paleogene and all the Neogene sublevels.

The productive structures of Transylvania, the Pannonian Basin, the Moldavian Platform, the Bîrlad Depression, the North-Dobroudja Promontory, about 75% of the petroliferous structures of the Pre-Carpathian Depression and approximately 50% of those of the Moesic Platform are, genetically, bound to Neogene formations, among which the Badenian, the Meotian and the Dacian have a more important share. Admitting, that the most important part of the hydrocarbons is to be found in the original formations hence, according a non-significant rôle to the vertical migration of oil and gas, the conclusion that the most prolific objects belong to the Neogene becomes evident. To such a conclusion it is possible to arrive only with some reserves, imposed by two categories of facts : one of them concerns the insufficient research and therefore the non-putting into evidence of all the accumulations, belonging to the formations of great depths and of older age ; the other one, takes into account the evolution of every geological unit and therefore the possibility that numerous accumulations could have been distroyed, during the temporary emersions and the deterioration of the protection conditions, as well as the evolution connected with the age of the productive objects.

Comparing the situation of Romania with the stratigraphic distribution of the hydrocarbons on planetary scale, according to Perrodont's (1966) statistic data, on the globe, the Tertiary contains 38% of the reserves and 50% of the hydrocarbon deposits, the Mesozoic 52,7% and respectively 19,5%, while the Paleozoic 9% of the reserves and 30,5% of the deposits.

It has to be stated, however, that the Romanian territory is characterized by a large development of the Tertiary deposits, which accounts for the greater share of the Neogene deposits.

Most of the structural elements containing oil and gas are to be met in the Pre-Carpathian Foredeep (ca. 35% of the country's total), followed by the northern margin of the Moesic Platform (ca. 27%) and by the Transylvanian Basin (ca. 22%). The fewest accumulations have been discovered in the Moldavian Platform (2%) and in the North-Dobroudja Orogene + Pre-Dobroudja Depression (3%). Adding to the number of the productive structures

DISTRIBUTION OF HYDROCARBON FIELDS IN ROMANIA

I Carpathian Depression
II Moldavian Platform
III North-Dobrogean Orogen and Pre-Dobrogean Depression
IV Moesian Platform
V Transylvanian Depression
VI Pannonian Depression
Oil fields
Gas fields

U. S. S. R.

HUNGARY

YUGOSLAVIA

BULGARIA

BLACK SEA

SOUTHERN CARPATHIANS

EASTERN CARPATHIANS

APUSENI MOUNTAINS

SATU MARE
BAIA MARE
ORADEA
Crișul Repede
ARAD
Mureșul
TIMIȘOARA
Vișeu
MĂSĂUD
Someșul Mare
DEJ
BISTRIȚA
Someșul Mic
CLUJ
TURDA
Târnava Mică
Târnava Mare
AIUD
MEDIAȘ
SIGHIȘOARA
ALBA IULIA
Oltul
SIBIU
BRAȘOV
RÎMNICU-VÎLCEA
TG. JIU
PITEȘTI
TÎRGOVIȘTE
PLOIEȘTI
DROBETA TURNU SEVERIN
SLATINA
CRAIOVA
Jiul
CARACAL
Argeșul
Dîmbovița
BUCHAREST
Ialomița
CĂLĂRAȘI
CONSTANȚA
ROȘIORI DE VEDE
Oltul
GIURGIU
DANUBE
TURNU MĂGURELE
SUCEAVA
TG. NEAMȚ
Siretul
ROMAN
Bistrița
BACĂU
TG. OCNA
MIERCUREA CIUC
IAȘI
PRUTUL
BÎRLAD
Trotușul
Buzăul
GALAȚI
BUZĂU
BRĂILA
Buzăul
TULCEA
I.
II.
III.
IV.
V.
VI.

the dimensions of the deposits as well, we arrive to the conclusion that there exist a straight correlation between the volume of the generated hydrocarbon reserves and the volume of the sedimentary. As a matter of fact, this correlation results not only out of the analysis of the whole of the Romanian territory, but at the level of each basin too, as for instance, for Transylvania, the Getic Depression, the Moesic Platform, the Moldavian Platform etc.

All the seven major structural units contain oil and gas accumulations, with the exception of the exclusively gas-bearing Transylvanian Basin. This conclusion is right only if the analysis is limited to the post-saliferous deposits (post-Helvetian) of the last mentioned unit. In the Extra-Carpathian area, as well, the Sarmato-Pliocene is predominantly gas-bearing but only in the central sectors of the strongly subsident sedimentation basin. Therefore, the exclusively gaseous character of the Post-Helvetian of the Transylvanian Basin, could be related to the evolution of this region, characterized by a certain rate of subsidence correlated with the transformation rhythm of the organic substance. Going on with these suppositions, in the Eastern Carpathian curvature zone (the Focşani Depression), where the subsidence process has been even more accentuated, it appears that the transformation of the organic substance into hydrocarbons could not have taken place, otherwise than in a non-significant measure. It follows that the hyper-subsident zones were not too favourable for hydrocarbon formation and especially for the fluid ones.

In the Extra-Carpathian units, we meet both, oil-bearing structures and gas-bearing structural elements, their distribution greatly follows the Gussow (1954) principle. So, in the deepest zones of the productive basins, only gas accumulations can be met. But, the more one proceeds towards the raised margins of these basins the frequency of oil deposits is continuously growing. At last, the zones of maximum elevation, belonging to the productive units are characterized by aquiferous structures. This distribution becomes obvious in the Carpathian Foredeep, at the Neogene formations level.

Following further the correlation between the fluid and gaseous hydrocarbons, along the Pre-Carpathian Foredeep, it is found that the predominancy of gas-bearing structures is growing continuously from North towards South and West. So that, while in the Paleogene Flysch zone and in the Miocene subzone of Moldavia a single gas-bearing structure is identified (Tazlău) and only o few oil accumulations with primary gas-cap, in the Mio-Pliocene subzone of Muntenia, the number of exclusively gas-bearing structures and horizons is substantially growing towards West.

This type of deposits are situated at the exterior of the diapiric alignement, Băicoi—Moreni—Tîrgovişte. Finally, in front of the Meridional Carpathians, the frequency of free gas deposits is growing even more, invading thus the whole of the Getic Depression, up to the proximity of the northern frame.

The oil/gas rate variation in the above mentioned sense, cannot be any longer explained by the Gussow theory and, while looking for other supplementary arguments, two facts are worth to be mentioned. Firstly, the gas accumulations are associated with less tectonized rather undisturbed structures, that could have ensured protection conditions. And, as a matter of fact, the most undisturbed structure, a classical brachyanticline, belonging to the Paleogene Flysch zone is the „Tazlăul Mare" one. In the Mio-Pliocene subzone, such structural elements are more frequent on the external margin, lying on the platform basement of the Foredeep. The same undisturbed style characterizes as well the Getic Depression folds. An additional proof showing that the complicated structures, including the folds of exaggerated diapirism, have never been favourable to gaseous hydrocarbon accumulations and their conservation is the total lack of gas deposits on the Transylvanian Basin borders, corresponding to anticlines with outcropping salt cores. Moreover, the dimensions and the importance of Transylvanian gas accumulations are decreasing towards the exterior, together with the accentuation of the degree of tectonic complications of the structures and with the reduction of the Neogene sedimentary thickness. In the second place, the share of gaseous hydrocarbons seems to grow in the formations of more recent age, especially in the Sarmato-Pliocene ones, frequently met westward the Buzău River. It is yet difficult to say if that gas frequency reflects the generating potential of the respective rocks or, rather, the protection conditions, considering the longer and more complicated evolution of the Pre-Sarmatian formations.

The presence of some free gas deposits in the Helvetian (Colibaşi—Argeş, Vîlcele—Băbeni, Galicea, Bustuchini etc.) and even in the Paleogene (Boteşti, Merişani, Săpunari etc.) of the Getic Depression, should plead in favour of the second alternative, namely that the more recent formations contain an increased number of gas deposits, considering the better conservation conditions they have enjoyed.

Another factor seeming to influence the correlation between the fluid and gaseous hydrocarbons is the depth of the productive strata. In Romania this fact seems to be more obvious in the Moesic Platform. There, the Dogger of Ciureşti of 1800—2200 m depth, contains locally oil and primary cap-gas. The Triassic

of Brădeşti with greater depths (2200—3400 m) is in the same situation. The same formations, at even greater depths (2800—3400 m), as for example, the Făureşti (Dogger) and Oporelu (Dogger and Triassic) structures, are characterized by gas accumulations with narrow bands of oil or by gas deposits with condensate. A less clear situation has been registered in the Badenian of the Moldavian Platform, where the oil, as well as, the gas with condensate are localized at depths beyond 3000 m (Frasin — Gura Humorului), and in the Oligocene of Tescani (2800—3300 m), where gas has been met. It is difficult to precise at what extent that distribution reflects the influence of physical factors (temperature, pressure, porosity) on the hydrocarbons, or if the distribution follows the Gussow principle. This problem becomes even more important as the deposit of Bibeşti, with the greatest depth in Romania (4872 m) contains oil together with dissolved gas.

Considering the geometrical arrangement, in the distribution of the productive structures, two tendencies can be detected. In the Pre-Carpathian Depression and in the four units of the Vorland, the mostly parallel linear disposition of the structural elements with oil and gas becomes striking (Plate).

The structural lines of the Eastern Carpathian Flysch and those of the inner flank of the Foredeep, corresponding to regional folds, are broken up longitudinally by transversal synclines and faults.

The structural echelons of the Vorland units are represented especially by faults, mostly parallel with the Carpathian plicative elements. Along many of these faults, the platform margins are falling in steps, in front of the Pre-Carpathian Depression. The paralelism of those two categories of alignements (plicative and disjunctive) hints to a relationship and even interdependence between the evolution of the Carpathian units and their Vorland. Moreover, the Carpathian Foredeep itself, which contains the immense majority of the discovered deposits, constitutes a common element, being placed with one flank (the inner) on a Carpathian basement and with the other (the outer) on a platform foundation. A different situation, respectively a more or less chaotic distribution of the productive structures appears within the frame of the internal depressions. This „disorder" in the structure orientations reflects, to a great extent, the palcorelief, fossilized by the formations of interest. In the Pannonian Basin, the old reliefs contributed to the development of sunken structures, while in the Transylvanian Basin they seem to have influenced the agglomeration of the Tortonian salt, which generated the corresponding domes. In this last internal depression however, some regularities can be identified in the orientation of the salt domes, but such situations cannot be generalized.

The detailed examination of the maps, showing the distribution of hydrocarbon accumulations, especially in the Moesic Platform and in the Pannonian Basin, leeds to the conclusion that within the frame of some formations, the zones of preferential accumulation are independent from the major geological features, but they range according to the general configuration of the basin, that existed during the sedimentation of the respective stratigraphical terms. For instance, the Triassic and Dogger deposits, situated on the northern margin of the Moesic Platform, sunken today, are grouped around the old uplift Craiova — Bals — Optaşi.

With the Cretaceous, this uplift has lost its personality, so that, consequently, the more elevated eastern district of the Moesic domain, polarized all around the Malm — Lower Cretaceous and the Albian accumulations. At last, in the Neogene, the northern margin of the Moesic Platform and the western districts of the other platforms, integrated in the Carpathian Foredeep, assembled the optimal conditions for the formation of the deposits. The powerful subsidence movements registered on the eastern (platformic) flank of the Foredeep deteriorated the old hydrostatic equilibrium, determining thus a redistribution of the previously generated and accumulated hydrocarbons.

Thus, within the former zones of preferential agglomerations, a great part of the hydrocarbons have been displaced towards the new, more elevated sectors.

However, it is possible that other accumulation remained „sealed" within the old traps (these should represent the „epigenetic traps"), unaffected by the present structural configuration. Such a case has been detected at Sandra, in Banat.

The formerly described facts raise an important problem, namely that of hydrocarbon deposits evolution. Considering the great differences of age of the productive formations and accepting the idea of the autochthonity of oil and gas, it is necessary to admit the existence of several evolution stages in the formation of the Romanian deposits.

As it was already indicated, except the fractured Pre-Cambrian basement, the oldest reservoirs saturated with hydrocarbons are of Devonian, Triassic and Middle Jurassic age and have been met in the Moesic Platform. Their existence being related to the old uplift Craiova—Bals—Optaşi, there is a possibility to admit, that the respective deposits have been put in place in the Jurassic. Placing the age of some of them in an earlier stage, it appears as unjus-

tified, since the productive Devonian at Bibeşti is covered, transgressively, by the Triassic, also impregnated with oil. The Triassic, in its turn, seems to support directly the Upper Jurassic deposits. Besides, several accumulations localized in the Triassic, form common deposits with those of the Middle Jurassic (Ciureşti, Oporelu, Iancu Jianu ?). The Lower Cretaceous and the Albian deposits grouped together in the eastern half of the platform, are often independent of those belonging to the Sarmato-Pliocene and therefore they were probably formed during the Upper Cretaceous.

The deposits situated in the Paleogene Flysch zone are more recent then the styric movements when the medio-marginal unit, that protects the respective deposits, has been put in place. As to the major part of the accumulations belonging to the Carpathian Foredeep (including the sunken margins of the Vorland), they seem to been formed progressively, beginning with the new styric phase, up to the Levantin, at the same time with the intensifying subsidence process and the axis migration of that zone. The redistribution of the older accumulations occurred at the same time, especially, on the eastern (platform) flank of the Foredeep. The proof of such redistributions is demonstrated by the Triassic deposit of Brădeşti, protected by the Sarmatian pelites. The greatest part of the accumulations of the internal depressions seem to have the same age.

The analysis of the same map of hydrocarbon deposits distribution, leeds to the fact that, although present in all the seven major structural units, the oil and gas accumulations are not uniformely distributed on the basin surfaces but are grouped in some preferential zones. The conditions which favoured such agglomerations are rather different.

Within the Pre-Carpathian Depression the first zone of preferential accumulation is localized in the Paleogene Flysch zone of Moineşti. The main favourable factors are în this case: the existence of the Kliwa facies, representend by sandstones with excellent rock-reservoir qualities, alternating with pelitic rocks, as possible mother rocks; the medio marginal sheet presence with the rôle of a protection cover; the existence of two emergence zones, represented by the Bistriţa and Oituz-Slănic half-inliers, around which oil and gas deposits are assembled. Another group of deposits, in fact the most important one of Romania, is situated in the Neogene zone, corresponding generally with the diapiric folds one (Ploieşti—Tîrgovişte—Piteşti). The factors that have favoured those most important accumulations are: a succession of Tertiary deposits, with various sequences of sands, sandstones, marls and clays, the last ones presenting geochemical indices corresponding to the characteristics of the mother rocks; a folded structure, represented by well individualized anticlines and synclines with considerable amplitudes; a favourable evolution so much for the structogenesis aspect as well as for the accumulation and protection conditions, due to the salt movement, as the progressively formed diapiric anticlines, permanently preserved their elevated positions, thus forming possible accumulation for the hydrocarbons, generated in the adjoining areas, finally, the protection-screen rôle of the diapiric salt, unfavourable for the vertical migration of oil and gas (Walters, 1940). The third preferential zone of accumulation is situated in Oltenia and correspond to the main alignement Bustuchini—Socu—Ţicleni—Bîlteni, an equivalent (of lesser dimensions) of the important echelon Băicoi—Moreni—Tîrgovişte—Piteşti. The favourable factors are the same, except the diapirism, partially compensated by an appreciable development of the Sarmatian and Helvetian deposits.

In the Moesic Platform three zones of preferential accumulation can be outlined as well. In the western part of this unit, corresponding to the Craiova—Balsh—Optaşi uplift the deposits groups are localized mainly in the Paleozoic, the Triassic and the Jurassic. The most important accumulation zone in the Carpathian Vorland is situated however westward of Bucharest. Due to the symmetrical position of the Foredeep axis and to its importance, that zone constitutes a replica of the platform of the „huge" oil fields near Băicoi—Moreni—Tîrgovişte. There, on the median part of the Moesic Platform, westward Bucharest, the Cretaceous, Badenian, Sarmatian and Meotian are productive, but especially the Sarmatian and the Cretaceous. The hydrocarbon agglomeration has been determined by the favourable evolution of the facies of the Lower Cretaceous, Albian and Sarmatian, as well as by the presence of the Badenian deposits, showing generally, reservoir characteristics. The existence of some closed faults, granted impervious screens for the hydrocarbons accumulated in their front. A third preferential zone of accumulation is situated in the eastern part of the platform. The favourable factors are represented by the existence of an elevated zone (the Bordei Verde Promontory), in front of a subsided supply zone (Movila Miresii Depression), in fact an extension of the Focşani Depression and by the numerous baulks, facies variations and faults, on the background of a continuous uplift towards the East. These elements have constituted a favourable frame for building up the oil and gas deposits of Oprişeneşti, Bordei Verde, Liscoteanca and Jugureanu.

In the North-Dobroudja Orogene and in the Pre-Dobroudja Depression, it is still difficult to speak about hydrocarbon concentrations in

some determined zones. However, facts of regional geological order and the results obtained, seem to outline a first zone coorresponding to the northern, more elevated border of the contact zone with the Moldavian Platform, as well as a second one, overlapping the longitudinal ridge of the promontory, marked by the deposits of Independenţa, Matca and Tepu. The main favourable factor of the two sectors, is represented by local structural conditions.

In the Moldavian Platform, an extended but discontinuous gas-bearing field can be distinguished, in the Roman—Bacău area, characterized by the presence of numerous sand and sandstone lenses, developed in the mass of the Sarmatian clays, on the background of a regional monoclinal. As to the interest area of the Badenian, it is described by the thickening of the pelitic series, probably hydrocarbon generating, on the western border, associated with disjunctive structural elements and with subsidence structures.

The central part of the Transylvanian Basin is the most prolific one. It is characterized by a thick section of Neogene sedimentary, by a nearly equal proportion of pelites and psamites, by calm domes of great extents and appreciable amplitudes. The dimensions and the value of the accumulations diminish progressively, towards the borders, due to the lithofacial changes, to more complicated structures and to a less favourable evolution (temporary emergences).

Towards the South and East limits where the gas-bearing formation shows a coarse shore facies, the sands and the conglomerates are water-washed, while some sandy marl intercalations still contain gas.

In the Pannonian Depression, the most important deposits overlap the buried ridge of Calacea—Satchinez—Sandra—Varias. The respective region maintained its uplift during the Tertiary, thus determining in the Neogene the accumulation of some deposits, with good reservoir characteristics that constitutes an accumulation center for the hydrocarbons, generated in the adjacent zones.

In the rest of the Pannonian Basin, there was no further possibility for the formation of important deposits, since the reservoirs have second-rate physical properties.

Independent of the region, from the stratigraphical point of view, the majority of the deposits are grouped around the sedimentary gaps. Very eloquent the cases of accumulations localized on the altered basement of the Pannonian Basin and the Transylvanian Basin, in the Triassic, Middle Jurassic, Lower Cretaceous and the Moesic Platform Albian, of those of the Helveto-Burdigalian, of the Pre-Carpathian Foredeep, of the Pannonian Miocene Basin, of the Badenian of all Vorland units, of the greatest part of the Sarmatian, of the basic Meotian and of the adjacent formations. This concentration is due to the greater frequency of the reservoir-rocks around the stratigraphical unconformities and the possibility of the hydrocarbons lateral migration along the respective discontinuities.

In further connection with the factors that determined the hydrocarbon agglomerations we have still to outline that the greatest oil and gas deposits of the Moldavian Platform (Roman—Bacău), the Moesic Platform (Videle), the Getic Depression (Ţicleni), the Pannonian Basin (Sandra-Calacea) are associated with positive geothermic anomalies. Therefore, the possibility that the increased temperature, without reaching prohibitive values, could have constituted a positive factor in the generation, migration and accumulation of hydrocarbons must not be rejected. This point of view has been already stated in literature (Klemme, 1972).

In conclusion, the geological considerations referring to the oil and gas distribution in Romania, reflect the knowledge degree up to the beginning of 1975 ; depending on future information, they shall be revised and completed.

BIBLIOGRAPHY

[1] Beca C., Visoţki, I. *Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1968.

[2] Bogdanoff, A., Muratov, M., Schatsky, N. *Tectonique de l'Europe. Notice explicative pour la carte tectonique internationale de l'Europe au 1 : 2 500 000,* Moskou, 1964.

[3] Brod I. *Geologia zăcămintelor de ţiţei şi gaze* (traducere din l. rusă). Ed. tehnică, Bucureşti, 1953.

[4] Gavăt, I. *Geologia petrolului şi a gazelor naturale.* Ed. didactică şi pedagogică. Bucureşti, 1964.

[5] Grigoraş, N. *Geologia zăcămintelor de petrol şi gaze din R. P. Română.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.

[6] Grigoraş, N., Petrişor, I. *Consideraţii privind legile de răspîndire a zăcămintelor de petrol şi gaze din R.P.R.* Com. Acad. R.P.R., 4/V, Bucureşti, 1963.

[7] Gussow, W. *Diferential entrapment of oil and gas : a fundamental principle. B.A.A.P.G.*, 38/5, Tulsa, 1954.

[8] Klemme, H. *Heat influences size of oil giants.* O.G.J., 70/29 and 70/30, 1972.

[9] Levorsen, A. *Geology of petroleum* (second edition). W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1967.

[10] Mahel, *M. Tectonics of the Carpathian — Balkan regions.* Bratislava, 1974.

[11] Martin R. *Paleogeomorphology and its application to exploration for oil and gas (with exemples from Western Canada). B.A.A.P.G.*, 50/10, Tulsa, 1966.

[12] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România.* Şt. tehn. ec. A/10, Bucureşti, 1975.

[13] Paraschiv, D., Olteanu, I. *Oilfields in miopliocene zone of Eastern Carpathians (District of Ploieşti).* Geology of geant petroleum fields. Tulsa, 1970.

[14] Pătruţ, I., Paraschiv, D., Dicea, O. *Contribuţii asupra modului de formare a structurilor diapire din România.* Rev. Petrol şi Gaze, 9, Bucureşti, 1973.

[15] Perodont, A. *Géologie du pétrole.* Ed. Pres. Universit. de France Paris, 1966.

[16] Raaf de J. *The World's oilfields. The Eastern hemisphaere. The science of petrol.* Oxford Univ. Press, London,. 1953.

[17] Walters, R. *La presence du pétrole dans le Dacien du Gura Ocniţei E et la question de l'origine de pétrole en Roumanie.* C.R. Sc., XXIV, Bucarest, 1940.

[18] Weeks, L. *Factors of sedimentary basin development that control oil occurence. B.*A.A.P.G. 35/11, Tulsa, 1952.

Dr. geol. D. PARASCHIV
director general

Considerații asupra distribuției zăcămintelor de hidrocarburi din România

România este cunoscută ca țară producătoare de petrol încă de la mijlocul secolului trecut. Frecvența ivirilor naturale de hidrocarburi și valoarea economică a primelor exploatări au stimulat cercetarea, din ce în ce mai sistematică și mai complexă, a obiectivelor geologice cu perspective. Începute în jurul ivirilor naturale de petrol și gaze, mai numeroase în Depresiunea precarpatică de la est de rîul Dîmbovița, aceste cercetări s-au extins asupra întregei suprafețe acoperite cu sedimentar, inclusiv Delta Dunării și platforma continentală a Mării Negre.

În alcătuirea geologică a teritoriului românesc, elementul structural cel mai important îl constituie lanțul muntos al Carpaților. În cuprinsul lui se separă, pe criterii geologice și geografice, Carpații Orientali, Carpații Meridionali și Munții Apuseni. În fața (la exteriorul) Carpaților se situează Platforma moesică, Orogenul nord-dobrogean, Depresiunea predobrogeană și Platforma moldovenească. Între arcul muntos al Carpaților Orientali și Meridionali pe de o parte și unitățile Vorlandului pe de alta, se definește avanfosa Carpaților care împreună cu flișul cretacic și paleogen, constituie depresiunea precarpatică (Grigoraș, 1967). În spatele arcului muntos menționat, cele trei ramuri principale ale Carpaților românești închid Depresiunea Transilvaniei. Dincolo de Munții Apuseni și Carpații Meridionali, în partea de vest a țării, se conturează Depresiunea panonică (vezi figura din versiunea engleză).

Dintre unitățile structurale majore menționate mai inainte s-au dovedit de interes și, în același timp, productive cu petrol și gaze, Depresiunea precarpatică, Platforma moldovenească, Orogenul nord-dobrogean și Depresiunea predobrogeană, Platforma moesică, Depresiunea Transilvaniei și Depresiunea panonică.

În cadrul celor șapte unități structurale majore de interes s-au întîlnit toate tipurile de capcane și anume: capcane structurale, stratigrafice, paleogeomorfice, hidrogeologice și combinate.

Cele mai numeroase și mai importante capcane sînt de tipul structural. În Depresiunea precarpatică și în Depresiunea Transilvaniei predomină structurile cutate, cu toată diversitatea de forme ale acestora. Elementele plicative cele mai simple, domurile, sînt specifice Depresiunii Transilvaniei și marginii externe a Depresiunii precarpatice din Muntenia și Oltenia, iar cele mai complicate, respectiv cutele solzi și șariajul de diferite proporții, caracterizează flișul Carpaților Orientali și, într-o măsură mult mai redusă, subzona miocenă. Atît în Depresiunea Transilvaniei cît și în subzona mioplio-cenă și flișul paleogen, în formarea capcanelor structurale, un rol important, poate chiar determinant, l-a avut mișcarea sării burdigaliene și tortoniene. În unitățile Vorlandului și, într-o proporție destul de redusă, în Depresiunea panonică, tectonica disjunctivă este aceea care a imprimat caracterul structural al capcanelor.

Capcanele stratigrafice, realizate pe seama variației condițiilor de acumulare și anume a apariției sau efilării unor strate, neuniformitatea litofacială (inclusiv depunerile recifale) exprimată prin variația valorilor de porozitate și permeabilitate, sînt prezente în toate regiunile petrolifere. Frecvența lor crește pe marginea bazinelor de sedimentare, delimitate de masivele carpatice și în interiorul acestor bazine unde au persistat creste, cordiliere, reliefuri pozitive emerse și submerse (Depresiunea panonică, Platforma moesică, Platforma scitică).

Capcanele paleogeomorfice, termen utilizat în accepțiunea lui Martin (1966), mai puțin depozitele recifale care ar trebui incluse în rîndul capcanelor stratigrafice, au fost identificate în toate regiunile de interes și, în primul rînd, în unitățile Vorlandului. Tot atît de frecvent apar și în Depresiunea panonică, unde numeroase creste ale fundamentului s-au menținut exondate pînă în Pliocen, unele chiar și în Cuaternar. Numărul mare, importanța lor economcă, varietatea formelor pe care le îmbracă, intuirea lor și metodica specială necesară cercetării și evidențierii, justifică gruparea acestora într-o categorie (tip) de capcane aparte.

Teoretic, capcanele hidrogeologice ar putea exista în toate bazinele petrolifere din România. Pînă în prezent însă ele au fost sesizate în Depresiunea Transilvaniei.

Dar pe teritoriul României nu s-au identificat numai forme simple de zăcăminte, ci pe fondul unor structuri monoclinale sau cutate, capabile să permită separarea gravitațională a fluidelor, s-a creat o foarte largă gamă de capcane, la realizarea lor contribuind și ceilalți factori, respectiv factorii stratigrafici, paleogeografici și hidrogeologici. Acestea sînt „capcanele combinate" (Levorsen, 1967) prezente în toate regiunile.

După forma pe care o îmbracă, zăcămintele de hidrocarburi din România sînt stratiforme, masive și neregulate (Gavăt, 1964).

În decursul celor 120 ani de activitate, pe teritoriul României s-au descoperit peste 300 structuri productive cu pertol și (sau) gaze (anexa). Cu toate că sedimentarul cu perspective de hidrocarburi n-a fost uniform și în întregime explorat, din examinarea distribuției acumulă-

rilor descoperite se pot schiţa totuşi unele concluzii.

Zăcămintele cunoscute în România sînt localizate, stratigrafic, în fundamentul metamorfozat şi alterat, în Devonian, Triasic, Jurasicul mediu şi superior, Cretacicul inferior şi superior, Paleogen şi în toate subetajele Neogenului.

Structurile productive din Transilvania, Depresiunea panonică, Paltforma moldovenească, Depresiunea Bîrladului, Promontoriul nord-dobrogean, circa 75 % din structurile petrolifere ale Depresiunii precarpatice şi aproximativ 50% din cele ale Platformei moesice sînt legate, genetic, de formaţiunile neogene, între care Badenianul, Meoţianul şi Dacianul au pondere mai importantă. Admiţînd că cea mai mare parte a hidrocarburilor se găseşte în formaţiunile care le-au generat deci acordînd un rol nesemnificativ migraţiei pe verticală a petrolului şi gazelor, se conturează concluzia că cele mai prolifice obiective aparţin Neogenului. La o astfel de constatare se ajunge, însă, cu oarecari reţineri, impuse de două categorii de fapte : una se referă la insuficienta cercetare şi deci, la nepunerea în evidenţă a tuturor acumulărilor aparţinînd formaţiunilor cu adîncimi mari şi de vîrstă mai veche ; cealaltă are în vedere evoluţia fiecărei unităţi geologice şi deci posibilitatea ca numeroase acumulări să fi fost distruse în timpul emersiunilor temporare şi a deteriorării condiţiilor de protecţie, de asemenea în raport cu vîrsta obiectivelor productive.

Comparînd situaţia din România cu repartiţia stratigrafică a hidrocarburilor la scara planetară, sînt de reţinut datele statistice ale lui Perodont (1966) potrivit cărora, pe glob, Terţiarul conţine 38% din rezerve şi 50% din zăcămintele de hidrocarburi, Mezozoicul, 52,7% şi, respectiv 19,5 %, iar Paleozoicul 9% din rezerve şi 30,5 % din zăcăminte. Trebuie precizat însă, că teritoriul românesc se caracterizează printr-o deosebită dezvoltare a depozitelor terţiare, astfel că ponderea mai mare a zăcămintelor neogene apare explicabilă.

Cele mai numeroase elemente structurale cu petrol şi gaze se întîlnesc în Depresiunea precarpatică (cca 35 % din totalul pe ţară), urmată de marginea nordică a Platformei moesice (cca 27 %) şi de Depresiunea Transilvaniei (cca 22 %). Cele mai puţine acumulări s-au descoperit în Paltforma moldovenească (2%) şi în Orogenul nord-dobrogean + Depresiunea predobrogeană (3 %). Adăugînd la numărul structurilor productive şi dimensiunile zăcămintelor, se ajunge la concluzia că există un raport direct între volumul rezervelor de hidrocarburi generate şi volumul sedimentarului nemetamorfozat. De fapt această corelaţie se constată nu numai din analiza ansamblului teritoriului României ci şi la scara fiecărui bazin, ca de exemplu Transilvania, Depresiunea getică, Platforma moesică, Platforma moldovenească etc.

Toate cele şapte unităţi structurale majore conţin acumulări de petrol şi gaze, mai puţin Depresiunea Transilvaniei, exclusiv gazeiferă. Concluzia este valabilă dacă analiza se limitează la depozitele post-salifere (post helveţiene) ale acesteia din urmă unităţi. Şi în extracarpaţi, sarmato-pliocenul este predominant gazeifer dar numai în sectoarele interne ale bazinului de sedimentare, puternic subsident. De aceea, caracterul exclusiv gazeifer al posthelveţianului din Depresiunea Transilvaniei ar putea fi pus şi pe seama evoluţiei acestei regiuni, caracterizată printr-o anumită rată de subsidenţă în raport cu ritmul de transformare a materiei organice. Mergînd cu astfel de supoziţii mai departe, în zona de curbură a Carpaţilor Orientali (depresiunea Focşanilor), unde procesul de subsidenţă a fost şi mai pronunţat, se pare că transformarea materiei organice în hidrocarburi n-a mai putut avea loc, decît într-o măsură nesemnificativă. De aici presupunerea că zonele hipersubsidente n-au fost prea favorabile formării hidrocarburilor în general şi al celor fluide, în special.

În unităţile extracarpatice, acolo unde se cunosc atît structuri cu petrol cît şi elemente structurale cu gaze, distribuţia lor se supune, în bună măsură, principiului lui Gussow (1954). Astfel, în zonele cele mai coborîte ale bazinelor productive se întîlnesc, numai acumulări de gaze. Pe măsură ce se merge către marginile ridicate ale acestor bazine creşte continuu ponderea zăcămintelor de petrol. În sfîrşit, zonele de maximă elevaţie ale unităţilor dovedite productive se caracterizează prin structuri acvifere. Această distribuţie apare foarte evidentă în avanfosa Carpaţilor, la nivelul formaţiunilor neogene.

Urmărind în continuare raportul dintre hidrocarburile lichide şi cele gazoase de-a lungul Depresiunii precarpatice se constată că ponderea gazelor creşte continuu de la nord către sud şi vest. Astfel, dacă în zona flişului paleogen şi în subzona miocenă din Moldova există o singură structură gazeiferă (Tazlău) şi numai cîteva acumulări de petrol cu cap primar de gaze, în subzona miopliocenă a Munteniei, numărul structurilor şi orizonturilor exclusiv gazeifere creşte substanţial spre vest. Zăcămintele de acest fel se situează la exteriorul principalului aliniament diapir, Băicoi—Moreni—Tîrgovişte. În sfîrşit, în faţa Carpaţilor Meridionali, frecvenţa zăcămintelor de gaze libere se măreşte şi mai mult, ele invadînd întreaga Depresiune getică pînă în apropierea ramei nordice.

Variaţia raportului dintre petrol şi gaze, în sensul amintit, nu mai poate fi explicată cu ajutorul teoriei lui Gussow şi, în căutarea unor argumente suplimentare, merită făcute două constatări. În primul rînd, acumulările de gaze sînt asociate structurilor mai puţin tectonizate,

mai calme, care au putut asigura condiţii de conservare. Şi, într-adevăr, cea mai liniştită structură, un clasic brahianticlinal, din zona flişului paleogen este cea de la Tazlăul Mare. În subzona miopliocenă astfel de elemente structurale sînt mai frecvente pe marginea externă, cu fundament de platformă, a avanfosei. Acelaşi stil calm caracterizează şi cutele Depresiunii getice. O dovadă suplimentară că structurile complicate, inclusiv cutele diapire exagerate, n-au fost favorabile acumulării şi conservării hidrocarburilor gazoase, o constituie absenţa totală a zăcămintelor de gaze pe marginile Depresiuni Transilvaniei, corespunzătoare anticlinalelor cu sîmburi de sare la zi. Mai mult, dimensiunile şi importanţa acumulărilor de gaze din Transilvania scad spre exterior, pe măsura accentuării gradului de complicaţie tectonică a structurilor şi a reducerii grosimii sedimentarului neogen. În al doilea rînd, ponderea hidrocarburilor gazoase pare să crească în formaţiunile de vîrstă mai recentă, în special în cele sarmato-pliocene, foarte răspîndite la vest de rîul Buzău. Este încă greu de spus dacă această pondere reflectă potenţialul generator al rocilor respective sau, mai curînd, condiţiile de protecţie, dat fiind evoluţia mai îndelungată şi mai complicată a formaţiunilor presarmaţiene. Prezenţa unor zăcăminte de gaze libere în Helveţianul (Colibaşi—Argeş, Vîlcele—Băbeni, Galicea, Bustuchini etc.) şi chiar în Paleogenul (Boţeşti, Merişani, Săpunari etc.) Depresiunii getice, ar constitui un argument în favoarea celei de a doua alternative şi anume că formaţiunile mai tinere conţin un număr sporit de zăcăminte cu gaze, dat fiind condiţiile de conservare mai bune de care au beneficiat.

Alt factor care pare să influenţeze raportul dintre hidrocarburile lichide şi gazoase îl constituie adîncimea stratelor productive. În România faptul apare ceva mai evident în Platforma moesică. Aici, Doggerul de la Ciureşti, cu adîncimi de 1800—2200 m conţine petrol, local şi cap primar de gaze. De asemenea, Triasicul de la Brădeşti unde adîncimile sînt de 2 200— — 2 500 m. Aceleaşi formaţiuni, la adîncimi mai mari (2 800—3 400 m), cum este cazul structurilor Făureşti (Dogger) şi Oporelu (Dogger şi Triasic) se caracterizează prin acumulări de gaze cu benzi înguste de petrol sau prin zăcăminte de gaze cu condensat. O situaţie încă insuficient de clară a fost consemnată în cazul Badenianului din Platforma moldovenească care la adîncimi mai mari de 3000 m (Frasin-Gura Humorului) are petrol, gaze cu condensat şi a Oligocenului de la Tescani (2 800 — 3 300 m), unde s-au întîlnit gaze. Este dificil de precizat în ce măsură această distribuţie reflectă influenţa factorilor fizici (temperatură, presiune, porozitate) asupra naturii hidrocarburilor sau dacă ea (distribuţia) nu se aliniază principiului Gussow. Şi aceasta cu atît mai mult cu cît zăcămîntul de la Bibeşti, cu cea mai mare adîncime din România (4 872 m), conţine petrol cu gaze dizolvate.

Sub aspectul aranjamentului geometric, în distribuţia structurilor productive se desprind două tendinţe. În Depresiunea precarpatică şi în cele patru unităţi ale Vorlandului frapează dispoziţia lineară, de regulă paralelă, a elementelor structurale cu petrol şi gaze (fig. 1) (v. versiunea engleză). Aliniamentele structurale din flişul Carpaţilor Orientali şi din flancul intern al avanfosei corespund unor cute regionale, fragmentate în lungul lor de sinclinale transversale şi de falii. Eşaloanele structurale din unităţile Vorlandului reprezintă, în special, faiii, de cele mai multe ori paralele elementelor plicative carpatice. De-a lungul multora dintre aceste falii, marginile platformelor cad în trepte, în faţa Depresiunii precarpatice. Paralelismul celor două categorii de aliniamente (plicative şi disjunctive) sugerează relaţii şi interdependenţă în evoluţia unităţilor carpatice şi a Vorlandului lor. De altfel, însăşi avanfosa Carpaţilor, în care este localizată imensa majoritate a zăcămintelor descoperite, constituie un element comun ce se dispune cu un flanc (intern) pe fundament carpatic şi cu celălalt (extern) pe fundament de platformă. O situaţie diferită, respectiv o distribuţie mai mult sau mai puţin haotică a structurilor productive se constată în cadrul depresiunilor interne. Această „dezordine" în orientarea structurilor reflectă, în mare parte, paleorelieful pe care-l fosilizează formaţiunile de interes. În Depresiunea panonică, vechile reliefuri au contribuit la realizarea structurilor de tasare iar în Depresiunea Transilvaniei ele par să fi influenţat aglomerarea sării tortoniene care a dat naştere domurilor respective. În această din urmă depresiune internă se constată însă şi unele regularităţi în orientarea domurilor cu sare, dar astfel de situaţii nu pot fi generalizate.

Examinarea în detaliu a hărţilor cu răspîndirea acumulărilor de hidrocarburi, mai ales în Platforma moesică şi în Depresiunea panonică, duce la concluzia că în cadrul anumitor formaţiuni, zonele de acumulare preferenţială nu ţin seama de trăsăturile geologice majore actuale, ci se aliniază configuraţiei generale a bazinului, existentă în timpul depunerii termenilor stratigrafici respectivi. De exemplu, zăcămintele din Triasic şi din Dogger, situate pe marginea nordică, actualmente afundată, a Platformei moesice, se grupează în jurul vechii ridicări, Craiova—Balş—Optaşi. Începînd cu Cretacicul această ridicare şi-a pierdut personalitatea, astfel că, în continuare, sectorul estic, mai înălţat, al domeniului moesic a polarizat în jurul lui acumulările din Malm—Cretacicul inferior şi din Albian. În sfîrşit, în Neogen, marginea nordică a Platformei moesice şi sectoarele de vest ale celorlalte platforme, integrate în avanfosa Carpaţilor, au întrunit condiţiile optime de

formare a zăcămintelor. Puternicile mişcări de subsidenţă înregistrate de flancul extern (platformic) al avanfosei au stricat vechiul echilibru hidrostatic, determinînd o redistribuire a hidrocarburilor generate şi acumulate anterior. Astfel, în cadrul zonelor de aglomerare preferenţiale anterioare o bună parte dintre hidrocarburi s-au deplasat către noile sectoare mai ridicate. Este posibil însă ca alte acumulări să fi rămas „sigilate" în vechile capcane (acestea ar fi capcane epigenetice), indiferent de configuraţia structurală actuală. Un astfel de caz a fost surprins la Sandra, în Banat.

Constatările formulate mai înainte ridică o problemă importantă şi anume aceea a punerii în loc a zăcămintelor de hidrocarburi. Ţinînd seama de vîrsta foarte diferită a formaţiunilor productive şi acceptînd ideea autohtoniei petrolului şi a gazelor se impune necesitatea admiterii mai multor momente în formarea zăcămintelor din România.

Aşa cum s-a mai arătat, cu excepţia fundamentului precambrian fisurat, cele mai vechi rezervoare saturate cu hidrocarburi sînt de vîrstă devoniană, triasică şi jurasică medie şi au fost întîlnite în platforma moesică. Existenţa lor fiind legată de vechea ridicare Craiova Balş—Optaşi se poate admite că zăcămintele respective s-au pus în loc în jurasic. Impingerea vîrstei unora dintre ele mai devreme nu apare justificată, deoarece Devonianul productiv la Bibeşti este acoperit, transgresiv, de către Triasic, de asemenea impregnat cu petrol. La rîndul lui, Triasicul pare să suporte, direct, depozitele Jurasicului superior. În plus, mai multe acumulări localizate în Triasic, alcătuiesc zăcăminte comune cu cele din Jurasicul mediu, (Ciureşti, Oporelu, Iancu Jianu?). Zăcămintele din Cretacicul inferior şi cele din Albian, grupate în jumătatea de est a platformei, sînt de multe ori independente de cele sarmato-pliocene şi ca atare ele s-au format, probabil, în timpul Cretacicului superior.

Zăcămintele din zona flişului paleogen sînt mai noi decît mişcările stirice, cînd s-a pus în loc unitatea medio-marginală, care protejează zăcămintele respective. În ceea ce priveşte majoritatea acumulărilor din avanfosa Carpaţilor (inclusiv marginile afundate ale Vorlandului) ele par să se fi format progresiv, începînd din faza stirică nouă, pînă în Levantin, pe măsura intensificării procesului de subsidenţă şi a migrării axului acestei zone. Acum au avut loc şi redistribuiri ale acumulărilor mai vechi, în special, pe flancul extern (platformic) al avanfosei. Dovada unor astfel de redistribuiri o constituie zăcămîntul de la Brădeşti, localizat în Triasic şi protejat de pelitele sarmaţiene. O vîrstă similară pare să aibă şi cea mai mare parte a acumulărilor din depresiunile interne.

Analiza aceleiaşi hărţi a distribuţiei zăcămintelor de hidrocarburi, duce la constatarea că, deşi prezente în toate cele şapte unităţi structurale majore, acumulările de petrol şi gaze nu se repartizează uniform pe suprafaţa bazinelor ci se grupează în cîteva zone preferenţiale. Condiţiile care au favorizat astfel de aglomerări sînt oarecum diferite.

În cadrul Depresiunii precarpatice o primă zonă de acumulare preferenţială se localizează în zona flişului paleogen de la Moineşti. Factorii favorabili principali de aici constau în: existenţa faciesului de Kliwa, reprezentat prin gresii cu excelente calităţi de rezervor, în alternanţă cu roci pelitice, posibil roci generatoare; prezenţa pînzei medio-marginale care îndeplineşte rolul unei cuverturi de protecţie; existenţa a două zone de ridicare, exprimate prin semiferestrele Bistriţei şi Oituz-Slănic, în jurul cărora se îngrămădesc zăcămintele de petrol şi gaze. Alt grup de zăcăminte, de altfel cel mai important din România, se situează în zona neogenă şi corespunde, în linii mari, cutelor diapire (zona Ploieşti—Tîrgovişte—Piteşti). Factorii care au favorizat aceste acumulări atît de importante sînt: o succesiune de depozite terţiare cu numeroase secvenţe de nisipuri, gresii, marne şi argile, ultimele prezentînd indici geochimici caracteristici rocilor generatoare; o structură cutată, reprezentată prin anticlinale şi sinclinale foarte bine individualizate şi cu amplitudini apreciabile; o evoluţie favorabilă sub aspectul structogenezei şi a condiţiilor de acumulare şi de protecţie a zăcămintelor imprimată de mişcarea sării, în sensul că anticlinalele diapire, formate progresiv, au păstrat poziţii permanent ridicate şi au constituit zone de apel pentru hidrocarburile generate în sectoarele vecine; rolul de ecran protector îndeplinit de sarea diapiră care n-a favorizat migraţia pe verticală a petrolului şi gazelor (Walters, 1940). A treia zonă preferenţială de acumulare se situează în Oltenia şi corespunde aliniamentului principal Bustuchini —Socu—Ţicleni—Bîlteni, un echivalent (de dimensiuni mai reduse) al importantului eşalon Băicoi—Moreni—Tîrgovişte—Piteşti. Factorii favorabili sînt aceeaşi, mai puţin diapirismul, compensat, în parte, printr-o dezvoltare apreciabilă a depozitelor sarmaţiene şi helveţiene.

În Paltforma moesică se conturează de asemenea, trei zone de acumulare preferenţială. În partea de vest a acestei unităţi, corespunzînd ridicării Craiova—Balş—Optaşi se grupează zăcăminte localizate, în special, în Paleozoic, Triasic şi Jurasic. Cea mai importantă zonă de acumulare din Vorlandul Carpaţilor se situează însă la vest de Bucureşti. Prin poziţia simetrică faţă de axul avanfosei şi prin importanţa ei această zonă constituie o replică a platformei la zăcămintele „gigant" de la Băicoi—

Moreni—Tîrgoviște. Aici, în partea mediană a Platformei moesice, la vest de București, produce Cretacicul, Badenianul, Sarmațianul și Meoțianul, ponderea deținînd-o Sarmațianul și Cretacicul, Aglomerarea hidrocarburilor a fost determinată de evoluția favorabilă a faciesurilor Cretacicului inferior, Albianului și Sarmațianului, precum și de prezența depozitelor badeniene, în bună parte cu proprietăți de rezervor. Existența unor falii etanșe a asigurat ecrane impermeabile hidrocarburilor acumulate în fața lor. A treia zonă preferențială de acumulare se situează în partea de est a platformei. Factorii favorabili constau în existența unei zone ridicate (promontoriul Bordei Verde) în fața unei zone de alimentare, coborîte (depresiunea Movila Miresii) care reprezintă o prelungire a depresiunii Focșanilor, în numeroasele efilări de strate, variații de facies și falii pe fondul unei ridicări continue spre est. Aceste elemente au constituit cadrul proprice formării zăcămintelor de petrol și gaze de la Oprișenești, Bordei Verde, Lișcoteanca și Jugureanu.

În Orogenul nord-dobrogean și Depresiunea predobrogeană este greu să se vorbească încă de pe acum despre concentrări de hidrocarburi pe anumite zone. Cu toate acestea, faptele de ordin geologic regional și rezultatele obținute par să contureze o primă zonă corespunzătoare marginii nordice, ridicate, de la contactul cu Platforma moldovenească, precum și o a doua, ce se suprapune crestei longitudinale a promontoriului, marcată de zăcămintele de la Independența, Matca și Țepu. Factorul favorabil principal, din aceste două sectoare, îl constituie condițiile structurale locale.

În Platforma moldovenească se remarcă un întins dar discontinuu cîmp gazeifer în sectorul Roman—Bacău, caracterizat prin prezența a numeroase lentile de nisipuri și gresii în masa de argile sarmațiene, pe fondul unui monoclin regional. În ceea ce privește aria de interes a Badenianului, aceasta este determinată de îngroșarea seriei pelitice, probabil generatoare de hidrocarburi, pe marginea vestică, asociată cu elemente structurale disjunctive și cu structuri de tasare.

În Depresiunea Transilvaniei, partea centrală a acesteia este cea mai prolifică. Ea se caracterizează printr-o secțiune groasă de sedimentar neogen, printr-o rație aproape egală de pelite și psamite, prin domuri calme, de dimensiuni mari și de amplitudini apreciabile. Dimensiunile și valoarea acumulărilor se reduc, progresiv, către margini datorită schimbărilor litofaciale, a complicării structurilor și a evoluției mai puțin favorabile (exondări temporare). În extremitățile de sud și de est unde formațiunea cu gaze îmbracă un facies de țărm, grosier, nisipurile și conglomeratele sînt spălate de ape, în timp ce unele intercalații de marne nisipoase conțin gaze.

În Depresiunea panonică cele mai importante zăcăminte se suprapun crestei îngropate Calacea—Satchinez—Sandra—Variaș. Regiunea respectivă s-a menținut ridicată în timpul Terțiarului, determinînd acumularea, în Neogen, a unor depozite cu bune proprietăți de rezervor și constituind centru de apel pentru hidrocarburile generate în zonele adiacente. În restul Depresiunii panonice nu s-au putut forma zăcăminte importante din cauza rezervoarelor cu proprietăți fizice submediocre.

Indiferent de regiune, în plan stratigrafic, majoritatea zăcămintelor se grupează în preajma lacunelor de sedimentare. Sînt foarte elocvente cazurile acumulărilor localizate în fundamentul alterat al Depresiunii panonice și Depresiunii Transilvaniei, în Triasicul, Jurasicul mediu, Cretacicul inferior și din Albianul Platformei moesice, a celor din Helvețian-Burdigalianul Depresiunii precarpatice, a Miocenului Depresiunii panonice, a Badenianului din toate unitățile Vorlandului, din cea mai mare parte a Sarmațianului, din Meoțianul bazal și formațiunile adiacente. Această concentrare se explică prin frecvența mai mare a rocilor rezervor în preajma discordanțelor stratigrafice și prin posibilitatea migrației laterale a hidrocarburilor de-a lungul discontinuităților respective.

Tot în legătură cu factorii care au determinat aglomerările de hidrocarburi s-ar impune sublinierea că cele mai mari zăcăminte de petrol și gaze din Platforma moldovenească, (Roman—Bacău), Platforma moesică (Videle), Depresiunea getică (Țicleni), Depresiunea panonică (Sandra—Calacea) sînt asociate unor anomalii geotermice pozitive. De aceea nu se exclude posibilitatea ca temperatura mărită, fără a atinge valori prohibitive, să fi constituit un factor pozitiv în generarea, migrarea și acumularea hidrocarburilor. Acest punct de vedere a mai fost exprimat și în literatura de specialitate (Klemme, 1972).

În concluzie, considerațiile de ordin geologic referitoare la distribuția zăcămintelor de petrol și gaze din România reflectă gradul de cunoaștere realizat pînă la începutul anului 1975, urmînd ca în funcție de viitoarele informații ce se vor obține, ele să fie revăzute și completate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Beca, C. și Visoțki, I. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze.* Ed. tehnică, București, 1968.

[2] Bagdanoff, A., Muratov, M. și Schatsky, N. *Tectonique de l'Europe. Notice explicative pour la carte tectonique internationale de l'Europe au 1 :2 500 000,* Moskou, 1964.

[3] Brod, I. *Geologia zăcămintelor de țiței și gaze* (traducere din limba rusă). Ed. tehnică, București, 1953.

[4] Gavăt, I. *Geologia petrolului și a gazelor naturale.* Ed. didactică și pedagogică. București, 1964.

[5] Grigoraș, N. *Geologia zăcămintelor de petrol și gaze din R. P. Română.* Ed. tehnică, București, 1961.

[6] Grigoraș, N. și Petrișor, I. *Considerații privind legile de răspindire a zăcămintelor de petrol și gaze din R.P.R.* Com. Acad. R.P.R., 4/V, București, 1963.

[7] Gussow, W. *Diferential entrapment of oil and gas: a fundamental principle.* B.A.A.P.G., 38/5, Tulsa, 1954.
[8] Klemme, H. *Heat influences size of oil giants.* O.G.J., 70/29 and 70/30, 1972.
[9] Levorsen, A. *Geology of petroleum (second edition),* W. H. Freeman and Co., San Francisco, 1967.
[10] Mahel, M. *Tectonics of the Carpathian — Balkan regions.* Bratislava, 1974.
[11] Martin, R. *Paleogeomorphology and its application to exploration for oil and gas (with exemples from Western Canada).* B.A.A.P.G., 50/10, Tulsa, 1966.
[12] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România.* St. tehn. ec. A/10, Bucureşti 1975.
[13] Paraschiv, D. şi Olteanu, I. *Oilfields in miopliocene zone of Eastern Carpathians (District of Ploieşti). Geology of giant petroleum fields,* Tulsa, 1970.
[14] Pătruţ, I., Paraschiv, D. şi Dicea, O. *Contribuţii asupra modului de formare a structurilor diapire din România.* Petrol şi Gaze, 9, Bucureşti, 1973.
[15] *Perodont* A. *Géologie du pétrole.* Ed. Pres. Universit. de France, Paris, 1966.
[16] Raaf de J. *The World's oilfields. The Eastern hemisphaere.* The science of petrol. Oxford Univ. Press, London, 1953.
[17] Walters, R. *La presence du pétrole dans le Dacien du Gura Ocnţei E et la question de l'origine de pétrole en Roumanie.* C. R. Sc., XXIV, Bucarest, 1940.
[18] Weekes, L. *Factors of sedimentary basin development that control oil occurence.* B.A.A.P.G. 35/11, Tulsa, 1952.

Dr. eng. S. SOCOL and eng. M. CRISTIAN

Results obtained with the oilwell influx stimulation

Considering the estimated increase of the world oil needs until 1985, the increase of the wells production is a major problem to be solved by the petroleum industry specialists.

As a result, in the last years, the works in this domain were highly develloped in the Socialist Republic of Romania. The works have had in view both the improvement of the existing methods in R.S.R., and the introduction of new ones in order to increase the wells productivity and receptivity.

In the last years the efforts made to reintroduce into the economic balance the difficult to exploit hydrocarbon reservoirs were intensifyed.

To this category belongs the important high viscosity oil reservoirs and the very deep ones.

The following are the last years contributions to the application in R.S.R. of the intensifying methods in the new domains, respectively the high viscosity oil sands and the very deep reservoirs. Concomitently some improvements of the existing stimulation methods of the usual wells are given.

Oil well production stimulation by cyclic thermal methods

It has been well known that since long ago the idea of heat utilisation in order to treat the oil wells or productive sands exist in different countries of the world.

In the last 15 years high efficiency cyclic thermal methods were develloped in order to increase the output of the high viscosity oil sands.

Consequently in a relatively short period of time the use of the method has been spread out over a great number of wells, obtaining important supplementary quantities of oil [1, 2, 4, 5, 6].

In the Socialist Republic of Romania also concerns in thid domain existed since long ago. In the last years together with the increase of the researches, both cyclic steam injection as well as cyclic „in situ" combustion methods have been applyed in order to increase the oil production of the wells.

Though both methods were successfully tested at the well, owing to its facility and high efficiency the cyclic steam injection was used at a greater number of wells.

In the Socialist Republic of Romania the current applyed alternative cyclic steam injection method has been develloped and tested over the period 1965—1970. In present time the method is applyed at an industrial scale on several oil reservoirs having favorable conditions i.e. high viscous oil, high permeability and oil saturation, shallow wells etc.

One of these reservoirs is an anticlyne structure, the oil bearer being an unconsolidated high permeability homogenous sand, (up to 1,700 mD permeability and 30 % porosity) situated at depth of 100—150 m.

The thickness of the productive sand is about 15 m, its top cover consist of a hard marl and the bed, the crystalline foundation with a fractured upper zone. In the middle of the pay zone, there are some marl intercalations of a minor thickness.

The initial oil saturation was of 83 % of the pore volume, the oil specific gravity of 0,96 kg/dm^3, and the viscossity between 2,000 and 3,000 cP at 20°C. The reservoir temperature is about 25°C.

The reservoir is exploited in a soluble gas regim combined to a certain extent with natu-

ral water drive, and in a very small measure with a minor size gas cap expansion.

The stimulation design of the exploitation by cyclic steam injection was done based on the methodology of well choosing cryteria, prepairing works and the mathematical relations to calculate the operation parameters.

Quantities of 300 to 1,000 ton steam/well/operation were injected, and the steam injection was repeated at intervals of 4 to 8 month. In order to increase the efficiency of the cyclic steam injection two simultaneous ways of work are available, the main being the following:

The improvement of the steam quality entering the producing sand was obtained by high rate of injection and by the reduction of the heat transfer from the well into the formation.

In order to obtain high rates of injected steam, acidizig processes of the formation sand round the well bore have been performed aiming to increase their receptivity. At the same time, preliminary treatements were done to avoid swelling clays (when present in the producing formation) and low receptivity.

A lesser heat transfer flux from the well into the formation was obtained by reducing the total thermal transfer factor U.

Using thermal setting packers the maintainence in the anular space of an insulating slug of gas was possible and U took finite values between 14 and 30 kcal./h/m^2/°C. Tests were carryed out also to coat tubing with thermo-isolating coating materials. In this case U takes values under 1 kcal./h/m^2/°C.

The reduction of the back flow quantity of unutilized heat from the well was obtained first by maintaining a condensing time pause after the injection, so that when bringing in the well should not give steam (Q_{ab}).

Maintaining a correct steam condensing time, the heat quota Q_{ab} was reduced under 3 % of the injected one.

The well rate of flow has to be also reduced for the first days after bringing in, because during this period of time the percentage of steam condensed water and its temperature in the well total fluid was high. Proceeding this way, a substantial reduction of the heat quota Q_a, lost with the produced water, was obtained.

In order to avoid a cool zone settingup, down the producing layer round the well bore just after the steam injection end, the well circulation with cool fluids i.e. for sand cleaning, or speeding up the oil resaturation etc. were forbidden. In this way the turning to good account conditions of the injected steam thermic effect was ensured.

Some hydrodinamic and thermic processes e.g. underground gravitational separation of the water, or vertical heat transfer through the geological formations, in favourable reservoir conditions were taken into consideration.

The yearly amounts of oil obtained when using the method at the considered reservoir and the cyclic injected steam, are shown in the table 1 below.

Table 1

The yearly amounts of oil obtained

Year	Injected steam. ton/year	Oil obtained owing to stimulation		Technical efficiency ton oil/ton steam
		ton/year	ton/month	
1968	16,800	5,218	435	0.31
1969	56,384	22,589	1,880	0.40
1970	88,435	47,053	3,920	0.53
1971	84,600	64,689	5,400	0.76
1972	82,950	87,656	7,300	1.06
1973	103,970	88,369	7,360	0.85
1974	120,520	92,630	7,730	0.77

From the above table it results that the process started in 1968 has expanded continuously so that the injected amount of steam exceded 80,000 ton/year over the period of 1970—1972 and more than 100,000 ton/year in the last two years (1973—1974). As a result the amount of oil obtained owing to stimulation has sistematicaly increased, being over than 7,000 ton/month in the last three years (1972—1974). Over the entire period 1968——1974 a quantity of 541,700 ton of steam were cyclic injected and 408,000 ton oil were obtained. The measures taken to improve the process as above mentioned, has succeded to rise the efficiency from 0,3—0,4 ton oil per ton of injected steam over the period 1968—1969 to 0,7—1,0 ton oil per ton of injected steam over the last four years period (1971—1974). Over the entire period of time the technical efficiency of the process was of 0,75 ton oil per ton of injected steam, setting it between the good results obtained all over the world.

Achievements obtained with oil influx increase in wells until 4000 m *depth*

The exploitation of the producing wells at potential rates regardless of the applyed primary, secondary or tertiary recovery methods, generally is no possible without well stimulations to remove the blocking effect of drilling mud, workover and repairing works or owing to a long producing period.

The uniformisation of the production or injection well profile, as well as the increase of the natural permeability when not satisfactory to allow profitable rates of flow, are to be obtained by well stimulation using suitable products and technology.

In the following sections of this paper, some achievements and trends of well productivity and receptivity increase obtained in Romania will be shown.

The improvement of the existing methods

The works have been directed towards the improvement of the two main domains of the well stimulation, namely acidizing and hydraulic fracturing processess.

For the well acidizing, the improvement of the products and technologies have been extended to the three known directions : acid bath, acidizing and acid fracturing opperations. The improvement of the existing methods have been obtained by new elaborated aditives to highly increase the performances of the known acid solutions. Thus by working out of some polymer type retarders efficient both in 15% hydrochloric acid as well as 28% concentration, it was made possible the solving of the acid penetration problem to as a long as possible distance into the producing layer before the acid spent.

The performances of the M.R.-2 reaction retarder manufactured by I.C.P.P.G. — Cîmpina and used on an industrial scale are shown for the 15% and 28% HCl solution in the table nr. 2 respectively nr. 3.

Table 2

The variation of the reaction rate with marble of the 15% HCl solution, treaded with M.R.—2 retarder, as a function of temperature

Nr.	Temp. °C	Acid solution composition	Reaction rate g/m²/min	Reduction of the reaction rate versus a given blinde specimen. n. times
1	60	HCl 15% untreated	855	—
2	60	HCl 15%+2% M.R.-2	248	3,45
3	90	HCl 15% untreated	1490	—
4	90	HCl 15%+2% M.R.-2	380	3,93

Table 3

The variation of the reaction rate with marble of the 28% HCl solution treated with M.R.-2 reaction retarder, as a function of temperature

Nr.	Temp. °C	Acid solution composition	Reaction rate g/m²/min	Reduction of the reaction rate versus a given blinde specimen n. times
1	60	HCl 28% untreated	1460	—
2	60	HCl 28%+2% M.R.-2	415	3,5
3	90	HCl 28% untreated	2130	—
4	90	HCl 28% + % M.R.-2	475	4,5

The availability of the reaction retarders and corrosion inhibitors, manufactured in the country, allowed acidizing and fracturing operations using volumes up to 100—200 m³ of 28% HCl, to obtain besides higher oil volumes and lesser water percentage, the opportunity to change the production system from pumping to flowing for a relatively long period of time. With this type of reaction retarders and corrosion inhibitors, injection well acidizing processes with 25—30% HCl solutions were performed and important increases of well receptivity were obtained.

For all acidizing processes, the acid solutions were treated with nonionic or cathionic type surfactants having dispersing, peptizing, tar and emulsion formation preventing, interface tension reduction and rock wetability change properties. On the basis of the experience gained by performing an important number of acidizing processes, recomandations have been settled, to the application at a regional scale of the prescriptions and technologies used to obtain good results for a given type of geological formation and reservoir conditions.

In the field of hydraulic fracturing, the concerns in connection with the existing methods improvement, had in view the increase of the operations efficiency by :

a. The multiple zone hydraulic fracturing using temporary blocking agents. Besides the known blocking agents (salt, naphtalene) a synthetic water unsoluble and slightly hydrocarbon and acid soluble type „T" blocking agent, manufactured by I.C.P.P.G. — Cîmpina was used.

With this temporary blocking agent, hydraulic fracturing processes have been performed with very good results mainly on Paleogen — Flish zone.

b. The increase of the fracturing fluid and propping agent volumes introduced into the formation per operation.

c. The increase of the hydraulic power per operation.

d. The hydraulic fracturing repetition with double or treble fluid volumes having an increased viscosity. New type of emulsyifyers (Emulcor type) for inverted emulsion fracturing fluids, with a salt water to hydrocarbon ratio of 5,6 (85% salt water, 15% oil) have been worked out. Simultaneously the technology as well as the equipment and the organisation of the specialised entreprise have been improved in order to perform more complex operations with better and better results.

The introduction of the emulsifyed acid treatment

Since the last years the Romanian oil production obtained from fractured carbonatic formations has continuously increased, the researches were directed twards finding specific products and technologies to treat to stimulate this peculiar type of collector. As a result of

these researches, I.C.P.P.G. — Cîmpina has synthetized the „Emulcor" type emulsifyer with very good emulsifying qualities of the 15 and 28% hydrocloric and acetic acid in any kind of oil products and crude.

These structural fluids with very good qualityes as working agents for acid fracturing, also show good properties as reaction retarders and corrosion inhibitors during their stabilisation period.

Their performances as reaction retarders and corrosion inhibitors are shown in the table below nr. 4 and 5.

Table 4

The variation of the acid emulsion* reaction rate with marble as a function of temperature

Nr.	Temperature °C	Solutions composition	Reaction rate g/m²/min	The reaction rate reduction versus a given blinde specimen n. times
1	50	15% HCl untreated	700	—
		Emulsion prepared with inported emulsifiyer	19.5	36
		Emulsion prepared with Emulcor 101	5.5	127
2	70	15% HCl untreated	1.034	—
		Emulsion prepared with imported emulsifyer	250	4.15
		Emulsion prepared with Emulcor 101	16.4	63
3	90	—15% HCl untreated	1.490	—
		—Emulsion prepared with imported emulsifyer	—	unstable
		— Emulsion prepared with Emulcor 101	45	33

*) Diesel Oil 30 parts, HCl 15% – 70 parts. Emulcor 101 – 1 part.

Table 5

The corrosion variation of the acid emulsions prepared with Emulcor 101, at T = 90 °C

Nr.	Solution composition	Corrosion rate g/m²/h	Efficiency %
1	15% HCl uninhibited	1.410	—
2	Emulsion : 80% HCl 15% +20% Diesel Oil + 2% Emulcor 101	3.3	99.7
3	Emulsion : 70% HCl 15% + 30% Diesel Oil. + 2% Emulcor 101	3.1	99.7

The data presented in the table 4 and 5 shows taht when using acid emulsion, the reaction rate with the formation rock reduces by 33 times, and the corrosion rate by 480 times, versus untreated 15 % hydrocloric acid solution.

Owing to the mentioned features and the good results obtained with the experimental operations in various conditions, the industrial use of acid emulsions for the fractured limestone and sandstone formations stimulation was started in Romania. Rates of flow increases from 3 — 5 ton/day to 25—100 ton/day, and cumulative total productions of 1,500 to 10,000 ton/operation have been obtained.

Sometimes the cumulative oil production exceeded 15,000 ton per operation.

The micellar solutions study and research

Though in an experimental stage in the Socialist Republic of Romania, the micellar solutions should be considered a perspective method for production and injection wells. Micellar solutions with fresh or salt water (conc. 7 — 15 % NaCl) as external phase, capable to solve the rezidual oil from the perforation zone of the injection wells and thus to eliminate the oil blocking effect which reduces the water permeability, have been prepared in the laboratory. In a similar way the water and emulsion blocking effect of the production wells will be eliminated using treatments with micellar solutions of external oil phase, these micellar solutions having a high capacity of both fresh and salt water solubilisation or that of emulsion breaker. An important feature of the micellar (type S) solutions prepared by I.C.P.P.G. — Cîmpina is their capacity to include salt water of 15 % concentration and to be compatible with 15 % HCl solutions.

The improvement of the oil influx into the deep wells

The geological survey by very deep well drilling aiming to descover new hydrocarbon deposits started in the Socialist Republic of Romania in 1960. Nowadays parallel with the geological survay activity, the exploitation process of the oil and gas deposits is carryed on.

At the begining of the bringing into production era of the very deep wells, stimulation operations were necessary in order to eliminate the blocking effect and to intensify the influx of the layers under test. For this purpose it was necessary to take early measures to have aditives and equipment to meet the new temperature and pressure conditions.

At present time both nonionic and cathionic high temperature resisting (over 150°C) surfactants and aditives are available. As an example of the treatment efficiency with surfactants, the following are the results obtained with a very deep well of 148°C B.H.T.

The gun perforated interval 4,570 — 4,500 m gave industrial production merely after a treatment with surfactant diesel oil.

An other intensively investigated domain is that of corrosion inhibitors. In the Romanian oil industry only organic corrosion inhibitors are used. They belongs to the classes of „Kapald" and „ACOR".

In the table below (Nr. 6) the protection degree of the above mentioned inhibitors in 15 % HCl solution and 150 °C are shown.

Table 6

Protection degree of C_{75} steel in 15% HCl solution at 150°C granted by corrosion inhibitors type Kapald and ACOR

Nr.	Corrosion inhibitor type	Conc. %	Corrosion rate g /m²/h	Protection degree
1	Formic Aldehyde	5	4900	blinde-specimen
2	Kapald	2	460	90
3	ACOR-H	2	183	96
4	ACOR-42-Synergisme I	2	134	97.5
5	ACOR-42-SynergismeII	2	20	99.8

In order to check up the inhibitor efficiency in different field conditions, deep wells of 148 — 152 °C, B.H.T. have been acidized under control, using both prestressed and normal steel specimens ran by wireline equipment. The protection degree was of 99 % to 97,5 %.

Laboratory tests carryed out at 170°C show satisfactory protection of the organic inhibitors for short time. To perform high acid volumes acidizing processes lasting more than 1/2 — 2 h at 170°C or more, the cooling possibility of the well bottom zone by cool fluid injection as well as by the combination of the hydrocloric acid with weaker acids, (acetic, formic, sulphonic) which increase the ACOR type inhibitors efficiency, have been studyed. Besides the corrosion inhibition the high temperature encountered in the deep wells require the treatment of the acid solution with reaction retarders aditifs. For high temperature operations a reaction retarder MR-350 was prepared by ICPPG — Cîmpina. This type of retarder reduces by 13,1 times the reaction rate of 15% HCl solution at 125°C and by 10,3 times at 150°C. The possibility of acid reaction rate retaration using acid emulsions was studyed. An emulsifier (Emulcor 102) was prepared and stable at 120°C acid emulsions were obtained.

Using this type of emulsions succefully experimental operations at 138°C bottom hole temperature wells have been performed. With these corrosion inhibitors, reaction retarders and the mentioned tensides, complexe acid solutions were obtained and thus stimulation operations at wery deep wells showing different block degrees have been performed with very good results. As an example one quotes an acidizing process performed at a very deep well. The well had an initially before acidizing flowing pressure of 237,2 kgf/cm², and a closed in pressure of 515 kgf/cm². After acidizing the flowing pressure reached 482,4 kgf/cm², and by six time output increase was obtained.

For the high water percentage producing wells with CO_2 and H_2S content, corrosion inhibitors for neutral environement have been prepared and tested with good results.

By designing and manufacturing in our Country of the bottom and surface equipment of the working pressure up to 1,050 kgf/cm² and temperatures of 150°—160°C the necessary equipment is now easily available.

Conclusions

1. During the last years in the Socialist Republic of Romania a special attention was given to the improvement and development of those methods wich lead to the increase of the productivity and receptivity of wells.

A special accent was set on the intensification of the production of the wells situated both on the reservoirs of high viscosity and the very deep ones.

2. In order to intensify the production of wells on the reservoirs with high viscosity oils, in the Socialist Republic of Romania there has been and is being now applied on some reservoirs the cyclic steam injection with positive results.

3. By improving the cyclic steam injection the technical efficiency of operations was increased to values comparable to the world wide ones.

4. The intensification of the oil influx in the wells due to various operations of stimulation continuously improved by elaborating aditives which led to a substantial amelioration of the existing acid solutions and of fracturing fluids.

At the same time the technology of work and the organisation were improved achieving more and more complex operations with better and better results, both on comon wells and on the very deep ones.

5. There have been elaborated aditives necessary for the stimulation of very deep wells with temperatures of 150 — 160 °C, and operations were achieved on wells with very good results.

6. The research concerning the stimulation of both wells of production and injection by micellar solutions compatible with the acid solutions and the capacity of salt water to be soluble on a concentration of up to 15 % are in an advanced stage.

BIBLIOGRAPHY

[1] Harmsen, G. J. *Oil Recovery by Hot Water and Steam Injection.* Eight World. Petr. Congress. Moskow 1971.

[2] Haan, H. J. Lookeren L. *Early Results of the First Large-Scale Steam Soak Project in the Tia Juana Field Western Venezuela.* Journal of Petroleum Technology, Ian. 1969.
[3] Sherwin D. Yoelin. The T. M. Sand Steam Stimulation Project. J. P. T. August 1971.
[4] Oganov K. A. *Osnovi teplovogo vozdeistva na neftianoi plast.* Izdatelstvo Nedra 1967.
[5] Bokserman, A.A.i. dr. *Analiz razrabotki zaloji viscoviazkoi nefti mestorojdenie Oha s primeneniem teplovogo vozdeistvia na plast.*,,Neftianoe Haziaistvo Nr.7/1972.
[6] Burns, J. A Review of Steam Soak Operation in California. J. P.T. Ian 1969.
[7] Evghenide, C., Socol, S. Voiculescu, I. *Tratarea termică a zonei de fund a sondelor.* Rev. Petrol şi Gaze, nr. 5 şi 6, 1956.
[8] Aldea, Gh., Petcovici, V., Dumitrescu, H., Palada, T. *Aplicarea experimentală a metodei de exploatare prin combustie subterană în R. S. România.* Rev. Petrol şi Gaze nr. 1/1968.
[9] Guţu, Gr., *Consideraţii asupra aplicării unui proces de injecţie ciclică de abur.* Rev. Petrol şi Gaze. nr. 4/1971.
[10] Guţu, Gr., Socol. S., Constantinescu, P., Fornazier E. *Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă in formaţiunile traversate* la injecţia ciclică de abur. Rev. Mine, Petrol şi Gaze nr. 1/1975.
[11] Moss, J. T., White P. D. *How to calculate temperature profiles in a water injection well.* Oil and Gas Journal. March 9, 1959 Vol 57. Nr. 11
[12] Ramey, H. J. *Wellbore Heat Transmision.* Journal Of Petroleum Technology. April 1962.

Dr. ing. S. SOCOL şi ing. M. CRISTIAN

Realizări în intensificarea afluxului de ţiţei în sonde

În condiţiile dublării necesităţilor de petrol ale lumii pînă în 1985, intensificarea producţiei sondelor constituie o problemă majoră cu care sînt confruntaţi specialiştii industriei extractive de petrol. Ca urmare şi în R. S. România activitatea din acest domeniu a luat o mare dezvoltare în ultimii ani. Lucrările efectuate au urmărit pe de o parte perfecţionarea metodelor existente în R.S.R., iar pe de altă parte introducerea unor noi metode de mărire a productivităţii şi receptivităţii sondelor.

În ultimii ani s-au intensificat eforturile de atragere în circuitul economic a rezervelor de hidrocarburi care prezentau dificultăţi la trecerea lor în exploatare. Din această categorie fac parte, în special, rezervele importante de petrol cu viscozitate mare şi cele situate la mare adîncime.

În cele ce urmează se prezintă contribuţii din ultimii ani la aplicarea în R.S. România a metodelor de intensificare a producţiei în noile domenii arătate, respectiv la zăcămintele cu ţiţei de mare viscozitate şi la cele situate la mare adîncime. Concomitent se prezintă şi unele perfecţionări ale metodelor existente de stimulare a sondelor cu adîncimi obişnuite.

Stimularea producţiei de ţiţei a sondelor prin metode termice ciclice

Este cunoscut faptul că, preocupări de utilizare a căldurii pentru a trata sondele de ţiţei sau stratele productive, existau de mult timp în diferite ţări ale lumii. În ultimii 15 ani s-au elaborat însă procedee de acţionare termică ciclică care permit obţinerea de performanţe superioare în intensificarea debitelor sondelor cu ţiţei vîscos. Ca urmare, într-un timp relativ scurt, metodele s-au extins la un număr mare de sonde, avînd ca efect obţinerea unor cantităţi importante de petrol [1, 2, 3, 4, 5, 6].

În R. S. România au existat, de asemenea de mult timp preocupări în acest domeniu [7]. În ultimii ani concomitent cu amplificarea lucrărilor de cercetare s-a trecut la aplicarea în şantier pentru intensificarea producţiei de ţiţei a sondelor atît a injecţiei ciclice de abur, cît şi a combustiei subterane de scurtă durată (ciclice). Deşi ambele metode au fost experimentate cu succes la sonde, totuşi injecţia ciclică de abur, datorită uşurinţei de realizare şi eficienţei ridicate, a fost aplicată la un număr mult mai mare de sonde.

Varianta actuală a injecţiei ciclice de abur a fost experimentată în R.S. România în perioada anilor 1965—1970, iar în prezent se aplică industrial cu rezultate bune la cîteva zăcăminte care prezintă condiţii favorabile (petrol cu viscozitate ridicată, permeabilitate mare a stratului productiv, adîncime mică, saturaţie mare în petrol etc.).

Unul din aceste zăcăminte este o structură anticlinală, petrolul fiind conţinut într-un strat de nisip neconsolidat, relativ omogen, cu permeabilitate mare (pînă la circa 1 700 mD) şi porozitate ridicată (circa 30 %), aflat la adîncime mică (100 — 150 m). Grosimea stratului productiv variază în jur de 15 m. Acoperişul stratului este format dintr-un orizont de marne, iar culcuşul îl constituie fundamentul cristalin cu o zonă superioară fisurată.

În zona de mijloc a stratului productiv se întîlnesc intercalaţii de marne de grosime mică.

Saturaţia iniţială în petrol a fost de 85 % din volumul porilor. Petrolul conţinut în zăcămînt are greutatea specifică de 0,96 kgf/dm³ şi viscozitatea mare, cuprinsă între 2 000 — 3 000 cP la 20°C. Temperatura de zăcămînt este de circa 25°C.

Zăcămîntul se exploatează în regim de gaze dizolvate, combinat cu o oarecare împingere

naturală de apă din sinclinal și în mică măsură cu extinderea capului de gaze (de dimensiuni reduse).

Proiectarea operațiilor de intensificare a producției de petrol prin injecții ciclice de abur, s-a efectuat pe baza unei metodologii care precizează criteriile de alegere a sondelor, lucrările pregătitoare ce trebuie executate la sondă în prealabil și relațiile pentru calculul parametrilor operațiilor.

S-au injectat cantități de 300 — 1 000 t abur/sondă × operație, iar repetarea injecției ciclice s-a făcut la intervale de 4 la 8 luni.

Pentru îmbunătățirea eficienței operațiilor de injecție ciclică de abur s-a acționat simultan pe mai multe căi dintre care principalele sînt expuse în cele ce urmează.

Îmbunătățirea calității aburului la intrarea în stratul productiv s-a obținut prin utilizarea unor debite ridicate de abur injectat și de asemenea prin reducerea transferului de căldură din sondă în formațiunile traversate.

Pentru realizarea unor debite ridicate de abur injectat s-au făcut operații de acidizare a zonei de strat din jurul sondei în scopul măririi receptivității acesteia. De asemenea s-au făcut tratamente prealabile pentru a preveni umflarea argilelor (în cazul prezenței acestora în stratul productiv) care ar fi micșorat receptivitatea sondei.

Obținerea unui flux cît mai redus de căldură din sondă în formațiunile traversate, s-a realizat prin micșorarea coeficientului total de transfer termic U. Prin utilizarea de pachere termice, în spațiul inelar s-a menținut o pernă izolatoare de gaze, iar U a luat valori finite cuprinse între 14 și 30 kcal/h m² °C. De asemenea s-au făcut încercări de acoperire a țevilor de extracție cu materiale termoizolante, în care caz U ia valori sub 1 kcal/h m² °C.

Micșorarea cotei de căldură neutilizată ce se extrăgea înapoi din sondă s-a obținut, în primul rînd, prin menținerea unei pauze de condensare după terminarea injecției, astfel ca la repunerea sondei în funcțiune aceasta să nu producă o parte din abur înapoi (Q_{ab}). Prin menținerea corectă a pauzei de condensare menționate, cota de căldură Q_{ab} s-a redus sub 3 % din cea injectată.

De asemenea, s-a limitat debitul sondei în primele zile după repunerea ei în producție, perioadă în care procentul de apă, provenită din condensarea aburului, este mare în lichidul produs de sondă, iar temperatura acestuia este foarte ridicată. În modul acesta s-a obținut o micșorare substanțială a cotei de căldură Q_a pierdută cu apa extrasă din sondă.

Pentru a elimina posibilitatea formării unei zone reci la peretele sondei după injecția ciclică de abur s-a evitat circulația de lichid rece în sondă în diferite scopuri cum ar fi : curățirea nisipului, injecția de țiței pentru urgentarea resaturării zonei de strat din jurul sondei etc. În felul acesta s-au asigurat condiții de valorificare a efectului termic al aburului injectat.

S-a urmărit de asemenea, folosirea unor procese subterane hidrodinamice și termice cum ar fi: separarea gravitațională a apei sau transmiterea căldurii pe verticală prin formațiunile geologice, în situațiile în care condițiile de zăcămînt erau favorabile.

Cantitățile de petrol obținute anual datorită aplicării metodei, la zăcămîntul respectiv și cantitățile de abur injectat ciclic, sînt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Cantitățile de petrol obținute anual

Anul	Abur injectat, t/an	Petrol obținut datorită stimulării		Eficiența tehnică, t petrol/t abur
		t/an	t/lună	
1968	16 800	5 218	435	0,31
1969	56 384	22 589	1 880	0,40
1970	88 435	47 053	3 920	0,53
1971	84 600	64 689	5 400	0,76
1972	82 950	87 656	7 300	1,06
1973	103 970	88 369	7 360	0,85
1974	120 520	92 630	7 730	0,77

Din tabel rezultă că procesul început în anul 1968, s-a extins continuu astfel încît cantitatea de abur injectat a depășit 80 000 t/an în anii 1970 — 1972 și peste 100 000 t/an în ultimii doi ani (1973 — 1974). Ca urmare cantitatea de petrol obținută datorită stimulării a crescut sistematic, fiind de peste 7 000 t/lună în ultimii 3 ani (1972 — 1974). Pe întreaga perioadă 1968 — 1974 s-au injectat ciclic 541 700 t abur, datorită căruia s-au extras 408 000 t petrol.

Datorită acțiunilor întreprinse pentru îmbunătățirea eficienței procesului, așa cum s-a arătat anterior, s-a reușit ca această eficiență să crească de la valori de 0,3 — 0,4 t petrol/t abur injectat, cît era în anii 1968 — 1969 la valori cuprinse între 0,7 — 1,0 t petrol/t abur injectat, limite în care a fost menținută în ultimii patru ani (1971 — 1974).

Pe întreaga perioadă eficiența tehnică a procesului a fost de 0,75 t petrol/t abur injectat situîndu-se astfel la nivelul rezultatelor bune obținute pe plan mondial.

Realizări în intensificarea afluxului de petrol în sonde cu adîncimi de pînă la 4000 m

Exploatarea sondelor la debite potențiale, indiferent dacă aceasta se face prin metode primare, secundare sau terțiare nu este posibilă,

în majoritatea cazurilor, decît după ce prin operaţii de stimulare, se distrug blocajele apărute în timpul săpării sondelor, lucrărilor de intervenţie şi reparaţie sau după exploatarea lor îndelungată.

Uniformizarea profilelor de producţie sau injecţie, ca şi mărirea permeabilităţii naturale a formaţiunilor productive, în cazul cînd aceasta se dovedeşte insuficientă pentru obţinerea unor debite rentabile, se realizează tot prin efectuarea unor operaţii de stimulare folosind produşi şi tehnologii adecvate. În cele ce urmează se vor prezenta unele realizări şi tendinţe din România în domeniul măririi productivităţii şi receptivităţii sondelor.

Perfecţionarea metodelor existente

Preocupările s-au orientat spre perfecţionarea celor două domenii principale ale stimulării sondelor : Acidizarea şi fisurarea hidraulică.

La acidizarea sondelor perfecţionarea produşilor şi tehnologiilor s-a extins în cele trei direcţii cunoscute : băi acide. acidizări şi fisurări acide. Perfecţionarea metodelor existente s-a realizat prin elaborarea unor aditivi care au îmbunătăţit în mod substanţial performanţele soluţiilor acide cunoscute.

Astfel, prin elaborarea unor moderatori de reacţie de tip blocopolimeri eficienţi atît în soluţii de acid clorhidric conc. 15 %, cît şi conc. 28 %, s-a reuşit să se rezolve problema pătrunderii soluţiei acide pe distanţă cît mai mare în strat înainte de consumare.

Performanţele unui moderator de reacţie (MR-2) elaborat la ICPPG — Cîmpina şi aplicat industrial, sînt prezentate în tabelul 2 pentru soluţia de HCl conc. 15 %, iar în tabelul 3 pentru soluţia de HCl conc. 28 %.

Tabelul 2

Variaţia vitezei de reacţie a soluţiei de HCl *15* % aditivată cu moderatorul de reacţie MR-2, cu marmură, în funcţie de temperatură

Nr. crt.	Temp. °C	Compoziţia soluţiei acide	Viteza de reacţie, g/m²/min	Reducerea vitezei de reacţie faţă de probe martor, *n* ori
1		HCl 15 % neaditivat	855	—
2	60	HCl 15 % + 2 % MR-2	248	3,45
3		HCl 15 % neaditivat	1490	
4	90	HCl 15 % + 2 % MR-2	380	3,93

Existenţa moderatorilor de reacţie şi inhibitorilor de coroziune produşi în ţară a permis efectuarea unor operaţii de acidizare şi fisurare acilă cu volume de 100 — 120 m³ HCl conc. 28 %, obţinîndu-se pe lîngă creşterea debitului de ţiţei şi scăderea procentului de impurităţi şi trecerea în unele cazuri, a sondelor din pompaj în erupţie, pe timp îndelungat.

Folosind moderatori de reacţie şi inhibitorii de coroziune s-au efectuat operaţii de acidizare cu HCl conc. 25 — 28 % şi la sondele de injecţie, obţinîndu-se creşteri importante ale receptivităţii acestora.

Tabelul 3

Variaţia vitezei de reacţie a soluţiei de HCl *28* % aditivată cu moderatorul de reacţie MR-2, cu marmură, în funcţie de temperatură

Nr. crt.	Temp. °C	Compoziţia soluţiei acide	Viteza de reacţie, g/m²/min	Reducerea vitezei de reacţie faţă de proba martor, *n* ori
1		HCl 28 % neaditivat	1460	—
2	60	HCl 20 % + 2 %MR-2	415	3,5
3		HCl 28 % neaditivat	2130	—
4	90	HCl 28 % + 2 % MR-2	475	4,5

La toate operaţiile de acidizare, soluţiile acide s-au aditivat cu substanţe tensioactive de tip neionic sau cationic cu acţiune de dispersare, peptizare, prevenire a formării gudroanelor şi emulsiilor, de reducere a tensiunilor interfaciale şi de schimbare a umectabilităţii rocii.

Pe baza experienţei dobîndite prin efectuarea unui număr însemnat de operaţii de acidizare s-a urmărit aplicarea pe scară regională a reţetelor şi tehnologiilor cu care s-au obţinut, constant, rezultate bune pentru un anumit tip de formaţiune geologică şi pentru un anumit regim de zăcîmînt.

În domeniul fisurării hidraulice, preocupările legate de perfecţionarea metodelor existente au urmărit mărirea eficienţei operaţiilor prin :

a. Realizarea fisurării multiple folosind agenţi de blocare temporară. Pe lîngă agenţi de blocare cunoscuţi (sare, naftalină) s-a utilizat un agent de blocare de sinteză (tip T) realizat la ICPPG — Cîmpina, insolubil în apă şi slab solubil în hidrocarburi şi soluţii acide. Cu acest agent de blocare temporară s-au executat operaţii de fisurare multiplă cu rezultate foarte bune, în special în zona Flişului Paleogen.

b. Creşterea volumui de fluid de fisurare şi agent de susţinere introdus în formaţiune la o operaţie.

c. Creşterea puterii hidraulice utilizate la operaţiile de fisurare hidraulică.

d. Repetarea operaţiilor de fisurare hidraulică cu volume duble sau triple de fluid de fisurare, avînd şi o viscozitate crescută.

Au fost elaborate noi tipuri de emulgatori (tip Emulcor), care permit obţinerea unor fluide de fisurare tip emulsie inversă la care raportul apă sărată/hidrocarbură este de 5,6 (apă sărată 85 %, petrol 15 %). Concomitent s-a perfecţionat tehnologia de lucru, utilajele şi organi-

zarea întreprinderii specializate, executîndu-se operaţii tot mai complexe şi cu rezultate din ce în ce mai bune.

Introducerea tratamentelor cu emulsii acide

Deoarece în ultimii ani ponderea producţiei obţinută în R.S.R. din colectoare carbonatice fisurate a crescut continuu, cercetările s-au orientat spre găsirea unor produşi şi tehnologii specifice stimulării acestui tip de colector.

Ca rezultat al acestor preocupări s-au elaborat la ICPPG — Cîmpina emulgatori (tip Emulcor) cu proprietăţi foarte bune de emulsionare a soluţiilor de acid clorhidric 15 % sau 28 %, şi a amestecurilor acidului clorhidric cu acidul fluorhidric şi acidul acetic, în orice fel de produse petroliere sau ţiţeiuri.

Se obţin astfel fluide structurate cu calităţi foarte bune de agenţi de lucru pentru fisurarea acidă, avînd în acelaşi timp şi capacitatea ridicată de moderare a vitezei de reacţie a acidului cu roca şi de inhibare a coroziunii, în perioada lor de stabilitate.

Performanţele lor ca moderatori de reacţie şi inhibitori de coroziune sînt prezentate în tabelele 4 şi 5.

Tabelul 4

Variaţia vitezei de reacţie a emulsiilor acide*) cu marmura, în funcţie de temperatură

Nr. crt.	Temp. °C	Compoziţia soluţiilor	Viteza de reacţie, g/m² min	Reducerea vitezei de reacţie faţă de martor, *n* ori
1	50	HCl 15 % neaditivat	700	—
		Emulsie cu emulgator import	19,5	36
		Emulsie cu Emulcor 101	5,5	127
2	70	HCl 15 % neaditivat	1034	—
		Emulsie cu emulgator import	250	4,15
		Emulsie cu Emulcor 101	16,4	63
3	90	HCl 15 % neaditivat	1490	—
		Emulsie cu Emulgator import	—	instabilă
		Emulsie cu Emulcor 101	45	33

*) Motorină 30 părţi, HCl 15% 70 părţi, Emulcor 101 o parte.

Tabelul 5

Viteze de coroziune a emulsiilor acide preparate cu Emulcor 101, la $T = 90°C$

Nr. crt.	Compoziţia soluţiei	Viteza de coroziune, g/m²·h	Eficacitate, %
1	HCl 15 % neinhibat	1 410	—
2	Emulsie : 80 % HCl 15 % + 20 % motorină + 2 % Emulcor 101	3,3	99,7
3	Emulsie : 70 % HCl 15 % + 30 % motorină + 2 % Emulcor 101	3,1	99,7

Datele prezentate în tabelele 4 şi 5 arată că în cazul folosirii emulsiilor acide, viteza de reacţie cu roca se reduce de 33 de ori, iar viteza de coroziune de 480 de ori, faţă de soluţia de acid clorhidric 15% neaditivată.

Datorită calităţilor menţionate şi rezultatelor favorabile obţinute la operaţiile experimentale executate în condiţii geologice cît mai variate, s-a trecut la aplicarea industrială a stimulării cu emulsii acide a calcarelor şi gresiilor calcaroase fisurate. S-au obţinut creşteri de debit de la 3 — 5 t/zi la 25 — 100 t/zi şi producţii cumulative de 1 500 — 10 000 t/operaţie. În unele cazuri producţiile cumulative au depăşit 15 000 t/operaţie.

Cercetarea soluţiilor micelare

Deşi aflate, în R. S. România, în fază experimentală, se consideră că soluţiile micelare constituie o metodă de perspectivă pentru stimularea sondelor de producţie sau injecţie.

Pornind de la produşi sintetizaţi în ţară, s-au elaborat soluţii micelare cu capacitate bună, de solubilizare a ţiţeiului şi apei dulci sau sărate. S-au realizat în laborator soluţii micelare cu fază externă apă dulce sau sărată (conc. 7 —15 % NaCl), care vor fi capabile să solubilizeze ţiţeiul din zona de filtru a sondelor de injecţie de apă şi să elimine astfel blocajul de hidrocarburi care reduce permeabilitatea pentru apă a sondelor de injecţie.

În mod similar, se va putea obţine deblocarea sondelor productive blocate cu apă sau emulsii, prin tratarea lor cu soluţii micelare cu fază externă hidrocarbură, avînd capacitate ridicată de solubilizare a apei dulci sau sărate şi de spargere a emulsiilor. O caracteristică importantă a soluţiilor micelare elaborate de ICPPG—Cîmpina, o constituie capacitatea unora (tip S) de a îngloba apă sărată de conc. pînă la 15 % şi compatibilitatea lor cu soluţii de HCl conc. 15 % şi chiar mai mare.

Intensificarea afluxului de petrol în sonde de mare adîncime

Activitatea de cercetare geologică prin foraje de mare adîncime pentru descoperirea de noi rezerve de hidrocarburi, a început în R.S. România încă din 1960. Actualmente, paralel cu activitatea de cercetare geologică se desfăşoară procesul de exploatare a zăcămintelor de petrol şi gaze descoperite la mare adîncime.

Începerea activităţii de punere în producţie a sondelor de mare adîncime a impus efectuarea unor operaţii de stimulare pentru deblocarea şi intensificarea afluxului stratelor probate. Pentru aceasta a fost necesar să se elaboreze din timp aditivi şi utilaje corespunzătoare condiţiilor de presiune şi temperatură întîlnite în sondele de mare adîncime. Se dispune la data actuală de substanţe tensioactive neionice sau cationice care îşi păstrează calităţile la temperaturi mai mari de 150 °C. Ca exemplu de efi-

cienţă a tratamentelor cu substanţe tensioactive se descrie rezultatul obţinut la o sondă de mare adîncime cu temperatura de talpă de 148°C. După ce la perforarea şi reperforarea intervalului 4 570 — 4 500 m nu s-a obţinut aflux, în urma unui tratament cu motorină aditivată cu substanţe tensioactive s-a obţinut producţie industrială de petrol şi gaze din intervalul menţionat.

Un alt domeniu intens cercetat l-au constituit inhibitorii de coroziune. În industria extractivă de petrol din R.S.R. se folosesc numai inhibitori de coroziune organici.

Inhibitorii de coroziune organici folosiţi curent în R.S.R. sînt din clasele Kapald şi ACOR.

În tabelul 6 se prezintă gradul de protecţie a inhibitorilor menţionaţi, în soluţie de HCl 15 % la temperatură de 150 °C.

Tabelul 6

Gradul de protecţie a oţelului C-75 în soluţie de HCl *15* % la $T = 150$ °C asigurat cu inhibitori de coroziune tip Kapald şi ACOR

Nr. crt.	Inhibitor de coroziune		Viteza de coroziune g/m²·h	Grad de protecţie
	Tip	Conc. %		
1	Aldehidă formică	5	4 900	Martor
2	Kapald	2	460	90
3	ACOR-H	2	183	96
4	ACOR-42—Sinergism I	2	134	97.5
5	ACOR-42—Sinergism II	2	20	99,8

Pentru verificarea eficienţei inhibitorilor în condiţii de şantier s-au efectuat operaţii de acidizare sub control la sonde de mare adîncime cu temperaturi de fund cuprinse între 148°C şi 152°C, folosind probe de oţel tensionat şi netensionat introduse şi extrase cu echipamentul de manevră cu sîrmă. Gradul de protecţie realizat a variat între 99 % şi 97,5 %.

S-au efectuat experimente de laborator la temperatura de 170°C ale căror rezultate arată că protecţia inhibitorilor de coroziune organici este satisfăcătoare pe timp scurt. Pentru efectuarea unor operaţii de acidizare cu volume mari de soluţie acidă a căror pompare durează mai mult de $1^1/_2$ —2 h, la temperaturi de 170°C sau mai mari, s-a studiat posibilitatea răcirii zonei de tratat prin injecţie de fluide reci ca şi combinarea acidului clorhidric cu acizi mai slabi (acetic, formic, sulfonic), în prezenţa cărora eficienţa inhibitorilor tip ACOR creşte.

În afara inhibării coroziunii, temperaturile ridicate întîlnite în sondele de mare adîncime au impus aditivarea soluţiilor acide cu moderatori de reacţie. Pentru temperaturi ridicate s-a elaborat la ICPPG—Cîmpina un moderator de reacţie (MR-350) care micşorează viteza de reacţie a acidului clorhidric conc. 15 % de 13,1 ori la temperatură de 125°C, şi de 10,3 ori la temperatură de 150°C. S-a studiat de asemenea posibilitatea de moderare a vitezei de reacţie a acidului cu roca, folosind emulsiile acide. S-a elaborat un emulgator (Emulcor 102) cu care s-au obţinut emulsii acide stabile la temperatură de 120°C. Cu aceste emulsii s-au realizat operaţii experimentale reuşite, la sonde cu temperaturi de 138°C.

Folosind inhibitorii de coroziune, moderatorii de reacţie şi tensidele menţionate, s-au elaborat soluţii acide complexe cu care s-au executat frecvent operaţii de stimulare la sonde de mare adîncime cu grade diferite de blocare, obţinîndu-se rezultate foarte bune. Ca exemplu se citează o operaţie de acidizare executată la o sondă de mare adîncime, la care presiunea dinamică înainte de efectuarea acidizării era de 237,2 kgf/cm² şi presiunea statică de 515,4 kgf/cm², iar după acidizare presiunea dinamică a atins valoarea de 482,4 kgf/cm², avînd ca rezultat o creştere a producţiei de circa 6 ori.

Pentru sondele de mare adîncime care produc cu impurităţi sau la care în fluidele produse sînt prezenţi agenţi corozivi ca CO_2 şi H_2S, s-au elaborat inhibitori de coroziune pentru mediu neutru, folosiţi cu rezultate bune în şantier.

De asemenea, prin proiectare şi construcţie în ţară, se dispune actualmente de utilaje şi dispozitive de fund şi de suprafaţă capabile să lucreze la presiuni de pînă la 1 050 kgf/cm² şi la temperaturi de 150 — 160°C.

Concluzii

1. În ultimii ani, în R.S. România s-a acordat atenţie lucrărilor de perfecţionare şi de dezvoltare a aplicării metodelor de creştere a productivităţii şi receptivităţii sondelor. Un accent deosebit s-a pus pe intensificarea producţiei sondelor de pe zăcămintele cu petrol de mare viscozitate şi de pe cele situate la mare adîncime.

2. Pentru intensificarea producţiei sondelor de pe zăcămintele cu petrol de mare viscozitate, în R. S. România s-a început şi este în curs aplicarea, cu rezultate bune, la cîteva zăcăminte, a injecţiei ciclice de abur.

3. Prin aplicarea de perfecţionări la injecţia ciclică de abur, eficienţa tehnică a operaţiilor a crescut la valori comparabile cu rezultatele bune obţinute pe plan mondial.

4. Intensificarea afluxului de petrol în sonde prin operaţii de stimulare s-a perfecţionat continuu prin elaborarea unor aditivi care au îmbunătăţit substanţial performanţele soluţiilor acide şi fluidelor de fisurare existente. Concomitent s-a perfecţionat şi tehnologia de lucru, utilajele şi organizarea, executîndu-se operaţii tot mai complexe, cu rezultate din ce în ce mai bune, atît la sonde obişnuite cît şi la sonde de mare adîncime.

5. S-au elaborat aditivi necesari pentru stimularea sondelor de mare adîncime cu tempe-

raturi de 150 — 160°C şi s-au executat operaţii la sonde cu rezultate foarte bune.

6. Sînt în fază avansată lucrările de cercetare privind stimularea sondelor de producţie sau injecţie, cu soluţii micelare caracterizate printr-o bună compatibilitate cu soluţiile acide şi capacitate de solubilizare a apei sărate cu concentraţie de pînă la 15 %.

BIBLIOGRAFIE

[1] Harmsen, G. J. *Oil Recovery by Hot Water and Steam Injection.* Eight World. Petr. Congress. Moskwa, 1971.

[2] Haan, H. J., Lookeren, L. *Early Results of the First Large-Scale Steam Soak Projekt in the Tia Juana Field Western Venezuela.* Journal of Petroleum Technology Ian., 1969.

[3] Sherwin, D., Yoelin, The *T. M. Sand Steam Stimulation Project.* J.P.T. August 1971.

[4] Oganov, K. A. *Osnovi teplovogo vozdeistvia na neftianoi plast.* Izdatelstvo Nedra 1967.

[5] Bokserman, A. A. i dr. *Analiz razrabotki zaleji visokoviazkoi nefti mestorojdenia Oha s primeneniem teplovogo vozdeistvia na plast.* Neftianoe Hoziastvo Nr. 7/1972.

[6] Burns, J. *A Review of Steam Soak Operations in California.* Journal of Petroleum Technology, Ian. 1969

[7] Evghenide, C., Socol, S., Voiculescu, I. *Tratarea termică a zonei de fund a sondelor.* Revista Petrol şi Gaze nr. 5 şi. 6, 1956.

[8] Aldea, Gh. Petcovici, V., Dumitrescu, H., Palada, T. *Aplicarea experimentală a metodei de exploatare prin combustie subterană în R. S. România.* Revista Petrol şi Gaze nr. 1/1968.

[9] Guţu Gr. *Consideraţii asupra aplicării unui proces de injecţie ciclică de abur.* Revista Petrol şi Gaze nr. 4/1971.

[10] Guţu Gr., Socol, S., Constantinescu, P., Fornazier, E. *Posibilităţi de micşorare a pierderilor de căldură din sondă în formaţiunile traversate, la injecţia ciclică de abur.* Revista Mine, Petrol şi Gaze nr. 1/1975.

[11] Moss, J. T., White, P. D. *How to calculate temperature profiles in a water injection well.* Oil and Gas Journal. March 9, 1959, Vol. 57, Nr. 11.

[12] Ramey, H. J. *Wellbore Heat Transmission.* Journal of Petroleum Technology, April, 1962.

Dr. eng. C. KROMEK and dr. eng. D. TOCAN

Contributions to the strength calculation of the drill-pipe string

1. General considerations

The paper deals with the determination of the sectional stresses in the drill-pipe string, when it presents, at its lower part, a compresed zone. The calculation is based on the hypothesis that, as experience has already proved, within the compressed zone, the drill-pipe string loses the stability of the straight form of elastic equilibrium, under working conditions, taking the form of a cylindrical helix. The fundamental problem lies in the determination of the pitch of that helix. A. Lubinski [1], making use of an energetical method, establishes the following relation for the pitch h of the helix :

$$h = \pi \sqrt{\frac{8\,E\,I}{P_x}}. \qquad (1)$$

Accordingly, the bending moment M_i in a section of the helical string of drill-pipe can be calculated [2] by means of the relation :

$$M_i = \frac{1}{\rho} E\,I. \qquad (2)$$

Reminding that $\frac{1}{\rho}$ is the helix curvature heving the expression :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{P_x a \cos^2 \alpha}{2\,E\,I},$$

we have

$$M_i = \frac{P_x a \cos^2 \alpha}{2} \qquad (3)$$

where P_x represents the value that the axial stress would have, at the considered level, if the drill-pipe string were straight ;

a — the radius of the winding roller of the helical axis ;

α — the angle formed between the tangent in a certain point of the helical axis and the axis of the winding roller.

EI represents the bending modulus of rigidity of a drill-pipe.

For the case $\frac{a}{h} \ll 1$, one can take $\cos\alpha = 1$ and from (3), it follows that :

$$M_i = \frac{P_x\,a}{2}. \qquad (4)$$

When determing the relation (1), Lubinski starts from the idea that the bore-hole is perfectly cylindrical, and the helical drill-pipe string is, all along its length, in an intimate contact with the walls of the hole.

In the present paper it is demonstrated that, under working conditions of the drill-pipe string, another helical form of equilibrium is also possible, with a pitch smaller than the one given by the relation (1) which leads to a bending moment M_i with a value that is twice as large as the one given in relation (4).

In order to have a more complete picture of the phenomenon, in the calculations below, the effect of the torsional moment will also be taken into consideration and, for simplication, it will be considered as constant all along the drill-pipe string.

2. The helical form of equilibrium of a bar, originally straight, submitted to compression and torsion

Let the straight bar of length l, in figura 1 *a*, be acted upon at both ends by the equal and dirrectly opposed axial forces of intensity P and by the two couples having equal and opposed moments of intensity $\mathfrak{M}$.

Let us show that under this loading, besides the straight form of equilibrium, which is known to become unstable for certain values of P and $\mathfrak{M}$, the equilibrium in figure 1 *b* is also possible, under the form of a complete loop of a helix. It is accepted, naturally, that the connexions at the ends of the bar have been arranged in such a way as to allow the passing from one form to another without introducing new connecting forces.

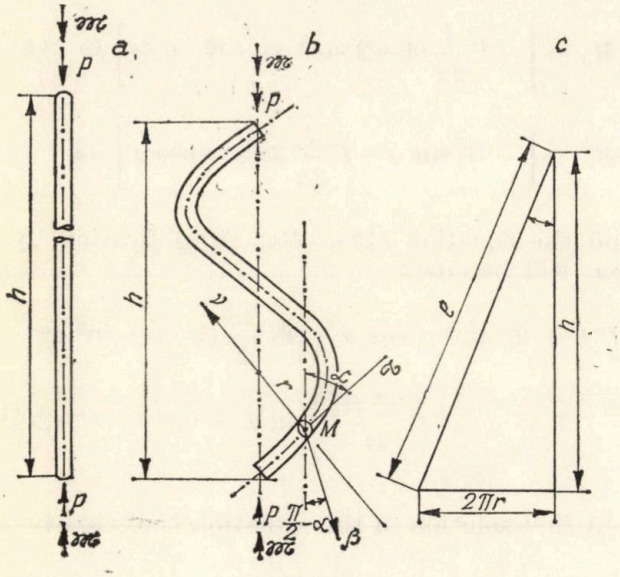


Fig. 1

On the figure, r represents the radius of the winding roller of the helical axis, h is the pitch of the helix and α is the angle between the tangent to the helix and the axis of the winding roller.

From figure 1 *c*, it results that :

$$h = l \cos \alpha \tag{5}$$

$$r = \frac{l}{2\pi} \sin \alpha \tag{6}$$

Thus, the value of the angle α completely determines the helical form of equilibrium. In order to prove the possibility of the existence of the helical form of equilibrium as well as for determining the angle α, when the loads P and $\mathfrak{M}$ and the length l are known, we shall apply the principle of virtual displacement.

For this, let M be a certain point of the helix and $M\tau$, $M\nu$, $M\beta$, the tangent, the main normal and, respectively, the binormal in M to the helix.

In the straight section of the drill-pipe string referred to the above mentioned axes, the sectional stresses will be :

$$\begin{aligned} N &= -P \cos \alpha \\ T_\nu &= P \sin \alpha \\ T_\beta &= 0 \\ M_r &= -P r \sin \alpha + \mathfrak{M} \cos \alpha \\ M_\nu &= 0 \\ M_\beta &= -P r \cos \alpha - \mathfrak{M} \sin \alpha. \end{aligned} \tag{7}$$

In the relations (7) signs have been established as per the conventions adopted in the strength of materials.

In the calculations that follow, we shall take into consideration only the effect of the bending moment and of the torsional moment (Lubinski pointed out the fact that the effect of the axial stress N is negligible). Considering the relation (6) we shall get :

$$M_r = \mathfrak{M} \cos \alpha - P \frac{l}{2\pi} \sin \alpha \tag{8}$$

$$M_\beta = -\left(P \frac{l}{2\pi} \cos \alpha + \mathfrak{M} \right) \sin \alpha. \tag{9}$$

Denoting by δL_i and δL_e the virtual mechanical work of the inner forces, and,respectively, the virtual mechanical work of the outer forces, for a virtual displacement imposed to the helical position, supposed in equilibrium, by virtue of the principle of virtual displacements, we shal have to have :

$$\delta L_i + \delta L_e = 0. \tag{10}$$

Denoting by $d\varphi$ and $d\theta$ the angle of relative bending and, respectively, the angle of relative

torsion of two sections situated at the distance ds, we shall have :

$$\delta L_i = -\int_{(l)} M_\beta \delta\,(d\varphi) - \int_l M_r \delta\,(d\theta) \quad (11)$$

where

$$d\varphi = \frac{M_\beta}{EI}\,ds$$

and

$$d\theta = \frac{M_r}{G\,I_p}\,ds.$$

Taking into consideration the known relations :

$$G = \frac{E}{2\,(1+\mu)}$$

and

$$I_p = 2\,I$$

we shall have :

$$\delta\,(d\varphi) = \delta\,(M_\beta)\frac{\mathrm{d}s}{EI}$$

$$\delta\,(d\theta) = (1+\mu)\;\delta\,(M_r)\;\frac{ds}{EI}$$

and relation (11) takes the form :

$$\delta L_i = -\frac{l}{EI}[M_\beta \delta\,(M_\beta) + (1+\mu) M_r \delta(M_r)]. \quad (12)$$

Further, we shall have :

$$\delta L_e = \delta L_p + \delta L_m. \quad (13)$$

The term δL_p represents the virtual mechanical work of the force P. This term being negative for an augmentation of h, we shall have :

$$\delta L_p = -\,P\;\delta h. \quad (14)$$

The term δL_m represents the virtual mechanical work corresponding to the two couples at the ends, both of moment $\mathfrak{M}$, and we shall have :

$$\delta L_m = \mathfrak{M}\cos\alpha\;\delta(\theta) - \mathfrak{M}\sin\alpha\;\delta(\varphi) \quad (15)$$

where θ and φ are the angle of total torsion and, respectively, the angle of total bending to the passing of the latter from the straight form to the helical form of equilibrium.

Having :

$$\theta = \frac{M_r}{GI_p}\,l = (1+\mu)\,\frac{M_r l}{EI}$$

and

$$\varphi = \frac{M_\beta l}{EI}$$

it follows that :

$$\delta(\theta) = (1+\mu)\,\frac{l}{EI}\,\delta(M_r) \quad (16)$$

$$\delta(\varphi) = \frac{l}{EI}\,\delta(M_\beta). \quad (17)$$

Taking into consideration the relations (12), (13), (14), (15), (16) and (17), the equation (10) will become :

$$\frac{l}{EI}[(-M_\beta - \mathfrak{M}\sin\alpha)\,\delta M_\beta + (1+\mu)(-M_r + \mathfrak{M}\cos\alpha)\,\delta M_r] - P\,\delta h = 0. \quad (18)$$

Considering that the virtual displacement examined is obtained by a virtual variation $\delta\alpha$ of the angle α, from the relations (5), (8) and (9) will get :

$$\delta h = -\,l\sin\alpha\;\delta\alpha$$

$$\delta M_\beta = \left[-P\frac{l}{2\pi}(1-2\sin^2\alpha) - \mathfrak{M}\cos\alpha\right]\delta\alpha \quad (19)$$

$$\delta M_r = \left[-\mathfrak{M}\sin\alpha - P\frac{l}{2\pi}2\sin\alpha\cos\alpha\right]\delta\alpha$$

and the equation (18), after simplification by $l\delta\alpha$, will become :

$$\left[P(1+2\mu\sin^2\alpha)\cos\alpha + \mathfrak{M}\frac{2\pi}{l}(1+\mu\sin^2\alpha) - \frac{4\pi^2 EI}{l^2}\right]\sin\alpha = 0 \quad (20)$$

A first solution of this equation is,obviously :

$$\sin\alpha = 0$$

which corresponds to the straight form of equilibrium. Another solution, corresponding to a helical form of equilibrium, is

$$\alpha \neq 0$$

and it is obtained by cancelling the square brackets. We shall have :

$$P(1 + 2\mu \sin^2 \alpha) \cos \alpha + \mathfrak{M} \frac{2\pi}{l} (1 + \mu \sin^2 \alpha) = \frac{4\pi^2 EI}{l^2} \tag{21}$$

Remark

Equation (21) allows also the determination of the length l which a bar should have in order the helical form of equilibrium might admit a given α angle when the values P and $\mathfrak{M}$ of the loads are known. Under these circumstances, the second degree equation (21) in l has a real and positive solution of the form :

$$l = -\pi \frac{\mathfrak{M}}{P} \frac{1 + 2\mu \sin^2 \alpha}{(1 + 2\mu \sin^2 \alpha) \cos \alpha} + \sqrt{\left[\pi \frac{\mathfrak{M}}{P} \frac{1 + \mu \sin^2 \alpha}{(1+2\mu \sin^2 \alpha)\cos \alpha}\right]^2 + \frac{4\pi^2 EI}{P(1+2\mu \sin^2 \alpha)\cos \alpha}}. \tag{22}$$

It can be stated also, that a bar of a length L, acted upon at the ends by the forces of intensity P and by the couples of moment $\mathfrak{M}$, admits, as an equilibrium position, a helical form having a number n of loops given by the relation :

$$n = \frac{L}{l} \tag{23}$$

where l, calculated by means of relation (22), is the length of a coil. It is supposed here that the axial stability of the helical bar is being assured.

3. The compressed zone of the drill-pipe string

We shall consider below, the axis of the well as being a vertical straight line and we shall denote by P_x the value of the axial force, linearily variable along the depth of the well and positive when it is of compression. Let D be the diameter of the bore-hole and d the outer diameter of the drill-pipe string.

In the compressed zone, the drill-pipe string, as we have already shown, takes the form of a helix with a variable pitch and if, on the height of a pitch, the variation of the force P_x is being neglected due to its own weight, at the respective level, the length of a helix can be calculated by the relation (22) in which :

$$P = P_x$$

The use of this relation admits that between the drill-pipe string and the bore-hole there is not an intimate continuous contact, but, possibly, only temporary contacts and only in certain points meant to stabilize the helical form of equilibrium.

Noting :

$$a = \frac{D - d}{2} \tag{24}$$

we shall have, as per the above mentioned statement,

$$r \ll a$$

and, hence, from (6) it follows that :

$$\sin \alpha \leqslant \frac{2\pi a}{l}.$$

Let us suppose now the very likely case in which the ratio $\frac{a}{l}$ is so small that the condition :

$$\sin^2 \alpha = \frac{4\pi^2 a^2}{l^2} \ll 1 \tag{25}$$

should be satisfied. Under this circumstance we shall have :

$$\cos \alpha \cong 1$$

and it results for the pitch of the helix that :

$$h = l \cos \alpha \cong l \tag{26}$$

and from relation (22) it is obtained :

$$h = 2\pi \left[\sqrt{\frac{EI}{P_x} + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P_x^2}} - \frac{\mathfrak{M}}{2P_x}\right]. \tag{27}$$

Remarks

1. In case $\mathfrak{M} = 0$, it result from (27) that :

$$h = 2\pi \sqrt{\frac{EI}{P_x}} \tag{28}$$

that is a value $\sqrt{2}$ times smaller than that suggested by Lubinski.

2. In case $P_x = 0$, from the same relation (27) it results, after raising a non-determination of the form $\frac{0}{0}$, we get

$$h = \frac{2\pi EI}{\mathfrak{M}}. \tag{29}$$

It is to be noticed that the product EI at the numerator leads to a high value of h which, in the current cases, is of the order of hundreds of meters.

3. Lastly, considering the elongated zone of the drill-pipe string and considering

$$P_x = - P'_x,$$

P'_x being the absolute value of the axial force, it results from (27)

$$h = 2\pi \left[\sqrt{- \frac{EI}{P'_x} + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P'^2_x}} + \frac{\mathfrak{M}}{2P'_x} \right]$$

the helical form of equilibrium being possible as long as the condition :

$$- EI + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P'_x} > 0$$

is satisfied. It results that :

$$P'_x \leqslant \frac{\mathfrak{M}^2}{4\,EI}. \qquad (30)$$

Relation (30) leads to small values of P'_x which, in current cases, are of the order of several hundreds of kgf.

Conclusions

From Lubinski's work and from the above statements, it results that, under working conditions, there are possible two helical forms of equilibrium of the drill-pipe string and, namely, one with a pitch given by relation (1), when between the drill-pipe string and the wall of the bore-hole a continuous and permanent contact is being achieved, the drill-pipe string exerting a considerable pressure upon the wall, and, another one, with the pitch given by relation (27), in which case the contact between the wall and the drill-pipe string is weak and casual, having only the effect of longitudinal stabilization of the helix.

Since the second form of equilibrium, leads to a bending moment M_β practically twice greater than the first form, the second form of equilibrium gets priority in designing calculations. As a matter of fact, it is to be supposed that the rotation of the drill-pipe string, which would be made much more difficult in the first alternative, favours the settlement of the drill-pipe under this form.

Taking into consideration the approximations suggested by the relations (25) and (26), the absolute values of the sectional stresses, with the drill-pipe string set under a helical form, will be :

$$N = P_x$$

$$M_r = \mathfrak{M} - Pa$$

$$M_i = |M_\beta| = \left(Pa + 2\frac{\pi a}{l}\,\mathfrak{M} \right). \qquad (31)$$

And, finally, mention should also be made that in accordance with the remark 3 made in the previous paragraph, within the elongated zone of the drill-pipe string, the helical form of equilibrium is, practically, impossible.

BIBLIOGRAPHY

[1] Lubinski, A., Althouse, W. S., Logan, J.I. *Helical Bucklimg of Tubing Sealed in Packers.* J. Petroleum Technology, June, 1962.

[2] Bekuh, I. I., Ibatulov, K. S., Simoniant *L. E. K voprosu rascela kolonni burilnih trub.* Nefti i gaz, 1970, nr. 12.

Dr. ing. C. KROMEK şi dr. ing. D. TOCAN

Contribuţii la calculul de rezistenţă a garniturii de prăjini de forare

1. Consideraţii generale

Lucrarea se ocupă cu stabilirea eforturilor secţionale în garnitura de prăjini de forare, în cazul în care aceasta prezintă, la partea ei inferioară, o zonă comprimată. Calculul se bazează pe ipoteza că, aşa cum arată experienţa, în zona comprimată garnitura pierde stabilitatea formei drepte de echilibru elastic, în regimul de lucru luînd forma unei elice cilindrice. Problema fundamentală constă în determinarea pasului acestei elice. A. Lubinski [1], folosind o metodă energetică, stabileşte pentru pasul h al elicei relaţia :

$$h = \pi \sqrt{\frac{8\,EI}{P_x}}. \qquad (1)$$

În mod corespunzător, momentul încovoietor M_i într-o secţiune a garniturii spirale poate fi calculat [2] cu relaţia :

$$M_i = \frac{1}{\rho} EI. \qquad (2)$$

Reamintind că $\frac{1}{\rho}$ este curbura elicei, avînd expresia :

$$\frac{1}{\rho} = \frac{P_x a \cos^2 \alpha}{2EI}$$

avem

$$M_i = \frac{P_x a \cos^2 \alpha}{2} \tag{3}$$

unde P_x este valoarea pe care ar avea-o efortul axial, la nivelul considerat, dacă garnitura ar fi dreaptă ;

a — raza cilindrului de înfășurare a axei spirale ;

α — unghiul format între tangenta într-un punct oarecare al axei spirale și axa cilindrului de înfășurare.

EI reprezintă modulul de rigiditate la încovoiere a unei prăjini.

Pentru cazul $\frac{a}{h} \ll 1$, se poate lua

$$\cos \alpha \cong 1$$

și din (3) rezultă :

$$M_i = \frac{P_x a}{2}. \tag{4}$$

La stabilirea relației (1) Lubinski pornește de la ideea că gaura de sondă este perfect cilindrică, iar garnitura spirală este, în tot lungul ei, în contact intim cu peretele găurii.

În prezenta lucrare se demonstrează că, în regimul de lucru al garniturii, este posibilă și o altă formă spirală de echilibru, cu un pas mai mic decît cel dat de relația (1) și care conduce la un moment încovoietor M_i cu o valoare de două ori mai mare decît cea dată de relația (4). Pentru a avea o imagine mai completă a fenomenului, în calculele ce urmează se va ține seama și de efectul momentului de răsucire, considerat pentru simplificare, constant de-a lungul întregii garnituri.

2. Forma spirală de echilibru a unei bare, inițial dreaptă, supusă la compresiune și răsucire

Fie bara dreaptă de lungime l, din figura 1*a*, acționată la capete de forțele axiale egale și direct opuse, de intensitate P și de cele două cupluri avînd momentele egale și opuse de intensitate $\mathfrak{M}$.

Să arătăm că sub această încărcare, în afara formei drepte de echilibru, care știm că pentru anumite valori ale lui P și $\mathfrak{M}$ devine instabilă, este posibilă și forma de echilibru din figura 1*b*, în forma unei spire complete a unei elici. Se admite, firește, că legăturile de la capetele barei sînt astfel amenajate, încît, permit trecerea de la o formă la alta fără a introduce forțe de legătură noi.

În figură s-a notat cu r raza cilindrului de înfășurare a axei spirale, cu h pasul elicei și cu α unghiul dintre tangenta la elice și axa cilindrului de înfășurare.

Din figura 1 *c* rezultă :

$$h = l \cos \alpha \tag{5}$$

$$r = \frac{l}{2\pi} \sin \alpha. \tag{6}$$

Așadar, valoarea unghiului α determină complet forma spirală de echilibru. Pentru a dovedi posibilitatea existenței formei spirale de echilibru, precum și pentru determinarea unghiului α, cînd se cunosc sarcinile P și $\mathfrak{M}$ și lungimea l, vom aplica acestei forme principiul deplasărilor virtuale.

Fie, pentru aceasta, un punct oarecare M al elicei și M_τ, M_ν, M_β, tangenta, normala principală și, respectiv, binormala în M la elice.

În secțiunea dreaptă a garniturii, raportată la axele menționate mai sus, eforturile secționale vor fi :

$$\begin{aligned} N &= -P \cos \alpha \\ T_\nu &= P \sin \alpha \\ T_\beta &= 0 \\ M_r &= -Pr \sin \alpha + \mathfrak{M} \cos \alpha \\ M_\nu &= 0 \\ M_\beta &= -Pr \cos \alpha - \mathfrak{M} \sin \alpha. \end{aligned} \tag{7}$$

În relațiile (7) semnele s-au stabilit conform convențiilor adoptate în rezistența materialelor.

În calculele ce urmează vom ține seama numai de efectul momentului încovoietor și al momentului de răsucire (Lubinski a pus în evidență faptul că efectul efortului axial N este neglijabil). Ținînd seama de relația (6) vom avea :

$$M_r = \mathfrak{M} \cos \alpha - P \frac{l}{2\pi} \sin \alpha \tag{8}$$

$$M_\beta = -\left(P \frac{l}{2\pi} \cos \alpha + \mathfrak{M} \right) \sin \alpha. \tag{9}$$

Notînd cu δL_i și δL_e lucrul mecanic virtual al forțelor interioare și, respectiv, lucrul mecanic virtual al forțelor exterioare, pentru o deplasare virtuală impusă poziției spirale, presupusă

de echilibru, în virtutea principiului deplasărilor virtuale va trebui să avem :

$$\delta L_i + \delta L_e = 0. \tag{10}$$

Notînd cu $d\varphi$ şi cu $d\theta$ unghiul de încovoiere relativă şi, respectiv, unghiul de răsucire relativă, a două secţiuni situate la distanţa ds, vom avea :

$$\delta L_i = -\int_{(l)} M_\beta \delta(d\varphi) - \int_{(l)} M_r \delta(d\theta) \tag{11}$$

unde

$$d\varphi = \frac{M_\beta}{EI} ds.$$

şi

$$d\theta = \frac{M_r}{GI_p} ds.$$

Avînd în vedere relaţiile cunoscute :

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}$$

şi

$$I_p = 2I$$

vom avea :

$$\delta(d\varphi) = \delta(M_\beta)\frac{ds}{EI}$$

$$\delta(d\theta) = (1+\mu)\,\delta(M_r)\frac{ds}{EI}$$

iar relaţia (11) ia forma :

$$\delta L_i = -\frac{l}{EI}[M_\beta \delta(M_\beta) + (1+\mu) M_r \delta(M_r)]. \tag{12}$$

Vom avea mai departe :

$$\delta L_e = \delta L_p + \delta L_m. \tag{13}$$

Termenul δL_p reprezintă lucrul mecanic virtual al forţei P şi avînd în vedere faptul că pentru o creştere a lui h acest termen este negativ vom avea :

$$\delta L_p = -P\delta h. \tag{14}$$

Termenul δL_m reprezintă lucrul mecanic virtual corespunzător celor două cupluri de la capete, ambele de moment $\mathfrak{M}$, şi vom avea :

$$\delta L_m = \mathfrak{M}\cos\alpha\,\delta(\theta) - \mathfrak{M}\sin\alpha\,\delta(\varphi) \tag{15}$$

unde θ şi φ sînt uughiul de răsucire totală şi, respectiv, unghiul de încovoiere totală a barei corespunzătoare trecerii acesteia de la forma dreaptă la forma spirală de echilibru.

Avînd :

$$\theta = \frac{M_r}{GI_p} l = (1+\mu)\frac{M_r l}{EI}$$

şi

$$\varphi = \frac{M_\beta l}{EI}$$

rezultă :

$$\delta(\theta) = (1+\mu)\frac{l}{EI}\delta(M_r) \tag{16}$$

$$\delta(\varphi) = \frac{l}{EI}\delta(M_\beta). \tag{17}$$

Ţinînd seama de relaţiile (12), (13), (14), (15), (16) şi (17) ecuaţia (10) va lua forma :

$$\frac{l}{EI}[(-M_\beta - \mathfrak{M}\sin\alpha)\delta M_\beta + (1+\mu)(-M_r + \mathfrak{M}\cos\alpha)\delta M_r] - P\delta h = 0. \tag{18}$$

Considerînd că deplasarea virtuală examinată se realizează printr-o variaţie virtuală $\delta\alpha$ a unghiului α, din relaţiile (5), (8) şi (9) vom avea :

$$\delta h = -l\sin\alpha\,\delta\alpha$$

$$\delta M_\beta = \left[-P\frac{l}{2\pi}(1-2\sin^2\alpha) - \mathfrak{M}\cos\alpha\right]\delta\alpha \tag{19}$$

$$\delta M_r = \left[-\mathfrak{M}\sin\alpha - P\frac{l}{2\pi}2\sin\alpha\cos\alpha\right]\delta\alpha$$

iar ecuaţia (18), după simplificarea cu $l\delta\alpha$ va lua forma :

$$\left[P(1+2\mu\sin^2\alpha)\cos\alpha + \mathfrak{M}\frac{2\pi}{l}(1+\mu\sin^2\alpha) - \frac{4\pi^2 EI}{l^2}\right]\sin\alpha = 0. \tag{20}$$

O primă soluţie, evidentă, a acestei ecuaţii este :

$$\sin\alpha = 0$$

care corespunde formei drepte de echilibru. O altă soluţie, corespunzătoare formei spirale de echilibru

$$\alpha \neq 0$$

se obține anulînd paranteza mare. Vom avea:

$$P(1 + 2\mu \sin^2 \alpha)\cos \alpha + \mathfrak{M}\frac{2\pi}{l}(1 + \mu \sin^2\alpha) = \frac{4\pi^2 EI}{l^2}. \quad (21)$$

Observație

Ecuația (21) permite și determinarea lungimii l pe care trebuie să o aibă o bară pentru ca forma spirală de echilibru să admită un unghi α dat, cînd se cunosc valorile P și $\mathfrak{M}$ ale sarcinilor. Într-adevăr, în această situație ecuația (21), de gradul doi în l, are soluția reală și pozitivă de forma:

$$l = -\pi\frac{\mathfrak{M}}{P}\frac{1 + 2\mu \sin^2 \alpha}{(1 + 2\mu \sin^2 \alpha)\cos \alpha} + \sqrt{\left[\pi\frac{\mathfrak{M}}{P}\frac{1+\mu\sin^2\alpha}{(1+2\mu\sin^2\alpha)\cos\alpha}\right]^2 + \frac{4\pi^2 EI}{P(1+2\mu\sin^2\alpha)\cos\alpha}}. \quad (22)$$

Se poate afirma, de asemenea, că o bară de lungime L, acționată la capete de forțele de intensitate P și de cuplurile de moment $\mathfrak{M}$ admite ca poziție de echilibru o formă elicoidală avînd un număr n de spire dat de relația:

$$n = \frac{L}{l} \quad (23)$$

unde l, calculat cu relația (22), este lungimea unei spire. Se presupune aici că stabilitatea axială a barei elicoidale este asigurată.

3. Zona comprimată a garniturii de prăjini de forare

Vom considera, în cele ce urmează, axa sondei o dreaptă verticală și vom nota cu P_x valoarea forței axiale, variabilă liniar pe adîncimea sondei și pozitivă cînd este de compresiune. Fie D, diametrul găurii și d, diametrul exterior al garniturii de prăjini.

În zona comprimată garnitura ia, în regimul de lucru, așa cum am arătat, forma unei spirale cu pasul variabil și dacă pe înălțimea unui pas se neglijează variația forței P_x datorită greutății proprii, la nivelul respectiv lungimea unei spire se poate calcula cu relația (22) în care se va lua:

$$P = P_x.$$

Folosirea acestei relații presupune că între garnitură și peretele găurii de sondă nu s-a realizat un contact intim, continuu, ci eventual, numai contacte temporare și în anumite puncte, menite să stabilizeze forma spirală de echilibru.

Notînd:

$$a = \frac{D - d}{2} \quad (24)$$

vom avea, conform celor spuse mai sus:

$$r \leqslant a$$

și deci, din (6) rezultă:

$$\sin \alpha \cong \frac{2\pi a}{l}.$$

Să presupunem acum cazul, foarte probabil, în care raportul $\frac{a}{l}$ este atît de mic încît să fie satisfăcută condiția:

$$\sin^2 \alpha = \frac{4\pi^2 a^2}{l^2} \ll 1. \quad (25)$$

În această situație vom avea:

$$\cos \alpha \cong 1$$

deci pentru pasul elicei rezultă:

$$h = l \cos \alpha \cong l \quad (26)$$

iar din relația (22) se obține:

$$h = 2\pi\left[\sqrt{\frac{EI}{P_x} + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P_x^2}} - \frac{\mathfrak{M}}{2P_x}\right] \quad (27)$$

Observații

1. În cazul $\mathfrak{M} = 0$, din (27) rezultă:

$$h = 2\pi\sqrt{\frac{EI}{P_x}} \quad (28)$$

adică o valoare de $\sqrt{2}$ ori mai mică decît cea propusă de Lubinski.

2. În cazul $P_x = 0$, din aceeași relație (27) după ridicarea unei nedeterminări de forma $\frac{0}{0}$ se obține:

$$h = \frac{2\pi EI}{\mathfrak{M}}. \quad (29)$$

Se observă că produsul EI de la numărător conduce la o valoare mare a lui h care, pentru cazurile curente este de ordinul sutelor de metri.

3. În sfîrșit, considerînd zona întinsă a garniturii și luînd

$$P_x = -P'_x$$

P'_x fiind valoarea absolută a forței axiale, din (27) rezultă :

$$h = 2\pi \left[\sqrt{-\frac{EI}{P'_x} + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P'^2_x}} + \frac{\mathfrak{M}}{2P'_x} \right]$$

forma spirală de echilibru fiind posibilă atîta timp cît este satisfăcută condiția :

$$-EI + \frac{\mathfrak{M}^2}{4P'_x} > 0$$

de unde rezultă :

$$P'_x \leqslant \frac{\mathfrak{M}^2}{4EI}. \qquad (30)$$

Relația (30) duce la valori mici ale lui P'_x care, în cazurile curente sînt de ordinul a cîteva sute de kgf.

Concluzii

Din lucrarea lui Lubinski și din cele de mai sus rezultă că, în regimul de lucru, sînt posibile două forme spirale de echilibru al garniturii de prăjini de forare și anume : una, cu pasul dat de relația (1), în cazul căreia între garnitură și peretele găurii de sondă se realizează un contact continuu și permanent, garnitura exercitînd o presiune considerabilă pe perete și alta cu pasul dat de relația (27), în cazul căreia contactul dintre perete și garnitură este slab și sporadic, avînd doar efectul de stabilizare longitudinală a spiralei.

Deoarece conduce la un moment încovoietor M_β, practic de două ori mai mare decît prima formă, a doua formă de echilibru capătă prioritate în calculele de proiectare. De altfel, este de presupus că mișcarea de rotație a garniturii, care ar fi mult îngreunată în prima variantă, favorizează așezarea garniturii sub această formă.

Ținînd seama de aproximările propuse prin relațiile (25) și (26) valorile absolute ale eforturilor secționale cu garnitura așezată în formă de spirală vor fi :

$$N = P_x$$

$$M_r = \mathfrak{M} - Pa \qquad (31)$$

$$M_i = |M_\beta| = \left(Pa + 2\frac{\pi a}{l}\mathfrak{M} \right).$$

În sfîrșit, mai menționăm că, în conformitate cu observația 3, făcută în paragraful precedent, în zona întinsă a garniturii de forare forma spirală de echilibru este, practic, imposibilă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Lubinski, A., Althouse, W. S., Logan, J. I. *Helical Buckling of Tubing Sealed in Packers.* J. Petroleum Technology, June, 1962.

[2] Bekuh, I. I., Ibatulov, K. A., Simonianț, L. E. *K voprosu rasceta kolonni burilnih trub.* Nefti i gaz, 1970, nr. 12.

Dr. eng. N. MĂRCULESCU, eng. ȘT. DESPA and eng. RODICA BRATU

Consideration regarding reformate fractionation to obtain $C_6 - C_8$ aromatic

Aromatic hydrocarbons represents 50—60% (in many cases — for reforming on conventional catalysts) and 70—75% (for reforming on promoted catalysts [2]) of total depentanized reformate. To obtain pure $C_6 - C_8$ aromatic components it is necessary to remove associated non-aromatics which is achieved in most cases by liquid-liquid extraction.

In the past few years new processes such as direct thermocatalytic conversion of the concentrates — especially toluene ones — at benzene (Pyrotol type process) have been used to produce aromatics. In these processes the associated non-aromatics are converted to gases in presence of hydrogen that makes the separation by extraction unnecessary.

By increasing the reforming severity the xilene cut from reformate may be introduced directly into isomerization whether non-aromatic concentration is sufficiently low.

It is understood that a minimum total power consumption and a maximum valorification of the obtained products shall be considered for stating the operation sequance to obtain aromatics from reformate.

Considerations regarding possible fractionation of total reformate in cuts — limit („concentrates") are further presented which can be used to obtain aromatics and as gasoline components taking into consideration the mentioned elements and tendencies. The importance of this paper consists in the fact that aromatic recovery has direct influences on gasoline quality and the producers have to use some alternatives and to equilibrate the balance considering the factors with opposed actions so that product optimum valorification be obtained.

Such situations may appear especially when a part of the aromatics contained in the re-

formate used to obtain gasoline is to be recovered, reforming feed stock being a hydrofined gasoline long cut (e.g. boiling range 60—180°C) but not a short cut (60—135°C) as in case of selective reforming especially to obtain C_6—C_8 aromatics.

It must be specified that as a sample a reformate obtained in a reforming industrial unit was chosen.

In consequance the values determined for fractionation range and cut yelds are valid only for this reformate. General remarks regarding simplifying assumptions, optimizing equation coefficients etc. will be made considering the specific conditions of each situation.

I. Component distribution along the reformate gasoline distilation curve

A total depentanized reformate obtained in a unit with conventional catalyst (non-promoted) in average activity conditions was laboratory discontinuous fractionated in a column of 15 theoretical trays efficiency at 10 : 1 reflux ratio. In table 1 the main characteristics of reformate gasoline are given and in table 2 fractionation range and the 20 separate cuts are given (including the residue).

Table 1

Main total reformate charaeteristics

Characteristics	Values
Specific gravity d_4^{20}	0.7854
Distillation STAS (ASTM), vol. %/°C	
0	78
5	90
10	91
20	97
30	105
40	112
50	121
60	132
70	144
80	154
90	170
95	179
end point	210
Content, wt. %	
C5 non-aromatics	0.9
C6 non-aromatics	13.7
C7 non-aromatics	11.4
C8 + non-aromatics	10.8
benzene	5.0
toluene	14.2
C_8 aromatics	18.4
C_9 identified aromatics	15.0
C_9+ non-identified aromatics	10.6

The reformate distillation curve drawn in fig. 1 is based on the characteristics in table 2.

Cut composition is cromatographically determined; benzene, toluene, xilene, three-methylbenzene and non-aromatic concentration change

Table 2

Fractionation range and yelds of cuts separated from total reformate

Cut	Fractionation range °C	yeld wt. %
1	49—60	3.1
2	60—64	4.5
3	64—68	4.1
4	68—76	5.8
5	76—85	3.7
6	85—91	4.5
7	91—97	4.5
8	97—107	4.8
9	107—109	5.1
10	109—111	5.1
11	111—117	5.0
12	117—127	2.8
13	127—136	5.0
14	136—138	5.3
15	138—140	5.7
16	140—150	5.5
17	150—160	4.2
18	160—165	5.5
19	165—174	5.5
20 (residue)	174—	10.3

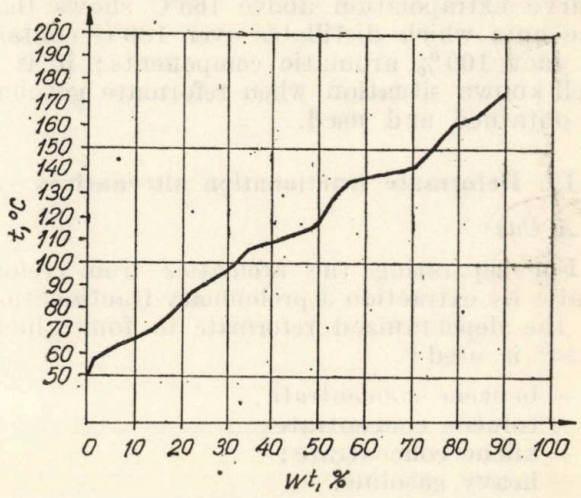


Fig. 1. T.B.P. distillation curve of reformate (15 theiretical plates; 10/1 reflux ratio).

along the total reformate distillation curve is shown in fig. 2.

Fig. 2 confirmes a well-known fact that the main aromatic components are placed along the distillation curve following „bell" type distribution (Gauss curve), maximum concentrations being in their normal boiling points. For benzene the maximum concentration point is changed from 80°C to about 77°C becouse of the non-ideal systems they are forming with C_6 non-aromatics.

Component distribution along the distillation curve indicates the presence of three non-aromatic concentration relative maximum points

placed in the main aromatic component „overlapping" area, at about 93°C (between benzene and toluene) at 125°C (between toluene and

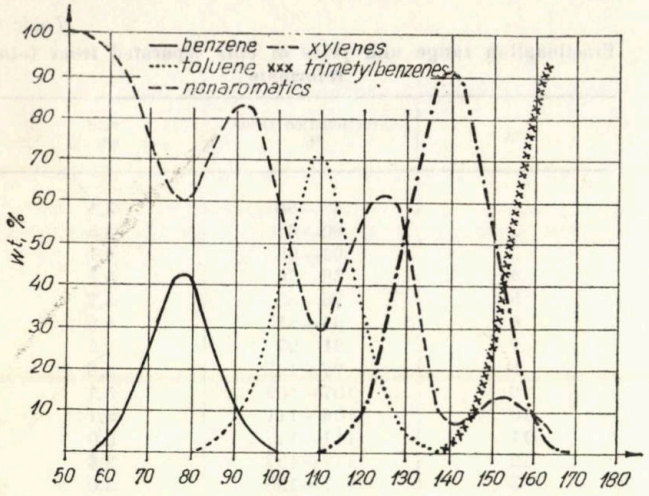


Fig. 2. Components distribution along the reformate distillation curve.

xilenes) and at 150—155°C (between xilenes and three-methyl-benzenes). It may be also observed that the non-aromatic concentration decrease from initial to end point. Curve extrapolation above 165°C shows that the cuts which distillates over 180°C contain in fact 100% aromatic components; it is a well-known situation when reformate gasoline s obtained and used.

II. Reformate fractionation alternatives

A Case

For separating the aromatics from reformates by extraction a preliminary fractionation of the depentanized reformate in four „limit cuts" is used :

— benzene concentrate;
— toluene concentrate;
— xilene concentrate;
— heavy gasoline.

The first three cuts mixture (integral benzene and xilene concentrates, partial toluene concentrate) is extraction unit feed stock from which benzene, toluene and xilenes mixture results free from non-aromatics and that have to be further separated to obtain individual aromatics.

Fractionation limit determination depends on benzene and xilene maximum recovery from extraction feed stock.

For this reason — and without useing non-economical fractionations — relative high toluene concentration in benzene and xilene concentrates are desired to be accepted. So, a great part of toluene concentrate is used in a mixture with heavy gasoline to obtain motor gasoline.

According to this point of view, the mentioned reformate may be separated in the following cuts;

— benzene concentrate with components that distillate at 100°C on TBP curve (total benzene recovery), i. e. 32% of total, extraction feed stock component;

— toluene concentrate with components that distillate between 100 and 110°C on TBP curve (without xilene), i. e. 9% of total, gasoline component;

— xilene concentrate with components that distillate between 110—150°C on TBP curve, i.e. 33% of total, extraction feed stock component;

— heavy gasoline (over 150°C), i.e. 26% of total, gasoline component.

As regard the cut between xilene concentrate and heavy gasoline, it is observed that 150°C temperature on TBP curve is the limit at which xilene concentrate does not contain a very high quantity of C_9+ aromatic components (their presence is not desired in extraction unit and in aromatic fractionation area).

In the above conditions the whole quantity of benzene, 63% toluene and about 89% xilenes shall be separated.

Considering the recovered quantity obtained at extraction the following can result from 1 000 kg reformate (fig. 3) :

— 49 kg benzene;
— 86 kg toluene;
— 147 kg xilene;

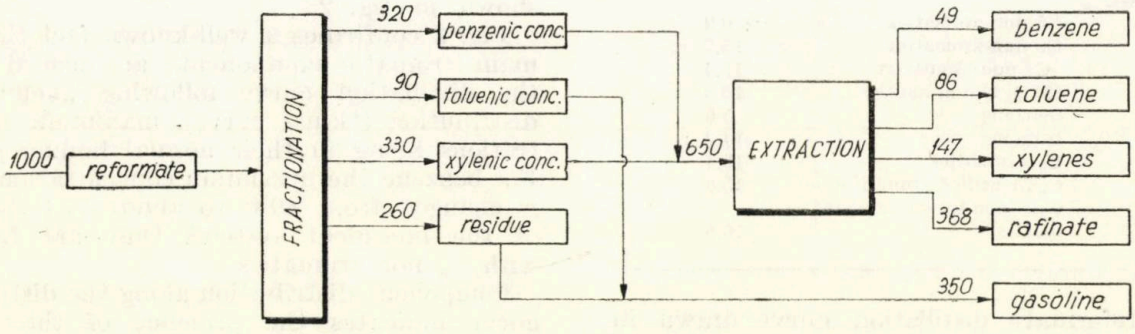


Fig. 3. Case A flow sheet (figures are kgs per 1000 kg reformate).

– 368 kg rafinate (naphtha for pyrolysis);
– 350 kg gasoline component.

B Case

According to the problems shon in „Introduction" there are situations when from total reformate used to obtain high octane number gasoline only short cuts with high aromatic percentage used as feed stock in aromatic separation processes (other than liquid extraction) are interesting.

The maximum concentration points in toluene, xilenes area and (at above 125°C) for non-aromatics are shown in fig. 2. Component distribution along the total reformate distillation curve allows its separation as follows:

– benzene concentrate to be high octane number gasoline component;

– toluene concentrate to obtain benzene by Pyrotol type procedure;

– an intermediate cut placed around the non-aromatics concentration maximum point at 125°C, high octane number gasoline component;

– xilene concentrate adequate for direct processing by isomerization, without extraction;

– a heavy cut, high octane number gasoline component.

Both toluene concentrate and xilenes concentrate are to be separated so that their aromatic hydrocarbons content be as high as possible for the economical operations with these two types of feed stock. This is the reason for which the intermediate cut is necessary be separated. For xilene concentrate another limit criteria is C_9 + aromatic content, these components cannot exceed about 1% of isomerization feed stock. The criteria for determining the fractionation range as well as cut yelds may be different for various situations. Generally it can be started from the condition:

$$\sum v_i - \sum c_i = \max! \qquad (1)$$

where:

$\sum v_i$ = total of obtained product values;
$\sum c_i$ = process total cost.

Between some approximate limits $\sum c_i$ in the equation (1) may not consider the cost necessary for respective processes (reformate fractionation, toluene concentrate conversion to benzene, xilenes isomerization), the following equation being considered as criteria:

$$V = \sum v_i - C_H = \max! \qquad (2)$$

where C_H is, in this case, the cost of hydrogen produced for consumption in toluene and xilene concentrate treatment.

For determining the material balance of the operation assembly starting from total reformate up to final products (gasoline, benzene, xilenes, methane, ethane) the following premises, approximations and notations shall be taken into account:

a) one ton of total reformate is considered for basic calculation;

b) total reformate fractionation yelds are G_b, G_t, G_i, G_x, G_f wt.% benzene, toluene concentrates, intermediate cut, xilenes concentrate and heavy gasoline;

c) 1 mol benzene results from Pyrotol for each mol of benzene, toluene, xilenes in toluene concentrate;

d) 1 mole of methane and 3 moles of ethane may be obtained in Pyrotol from one mole of non-aromatics which are present in toluene concentrate;

e) non-aromatics in xilene concentrate shall be converted by isomerization to ethane (4 moles ethane for 1 mole non-aromatic hydrocarbons);

f) non-aromatic, benzene, toluene, xilene contents shall be noted with N, B, T, X (wt. %), their presence in one of the cuts being marked with the following indexes b, t, i, x, f. For example, non-aromatic content in toluene concentrate shall be N_t and xilene concentrate in heavy gasoline X_f;

g) product unitary values (benzene, xilene, gasoline, methane, ethane) and hydrogen values shall be noted with c_B, c_X, c_g, c_M, c_E, c_H.

Based on the adopted pattern the following product distribution can be riched which can be obtained from 1 ton of total reformate (kg):

$$\begin{aligned} &B - \text{benzene} - 0.1\,G_t(B_t + 0.848\,T_t + 0.736\,X_t);\\ &X - \text{xilene} - 0.1\,G_x \cdot X_x;\\ &g - \text{gasoline} - 10(G_b + G_i + G_f) = 1000 - 10(G_t + \\ &+ G_x); \qquad (3)\\ &M - \text{methane} - 0.1\,G_t(0.163\,N_t + 0.174\,T_t + \\ &+ 0.302\,X_t);\\ &E - \text{ethane} - 0.092\,G_tN_t + 0.105\,G_xN_x. \end{aligned}$$

Total hydrogen consumption in Pyrotol and isomerization (for non-aromatic cracking and demethanizing) is (kg): H – Hydrogen $- G_t(0.00612\,N_t + 0.00217\,T_t + 0.00377\,X_t) + 0.00526\,G_xN_x$ Equation (2) may be written as follows:

$$V = B \cdot c_B + X \cdot c_x + g \cdot c_g + M \cdot C_M + E \cdot C_E - \\ - H \cdot c_H = \max! \qquad (4)$$

Giving the adequate values to c_B, c_x, c_g, c_M, c_E, C_H (the respective product cost) the following equation shall be obtained:

$$V = G_t(a_1B_t + a_2T_t + a_3X_t + a_4) + G_x(b_1X_x + \\ + b_2N_n + b_3) = \max! \qquad (5)$$

which may be easy solved if the component distribution along the reformate distillation curve as shown in fig. 2 is known.

It is understood that both toluene concentrate and xilene concentrate will be „focused" on toluene and respectively xilene concentration maximum points and G_t and G_x values

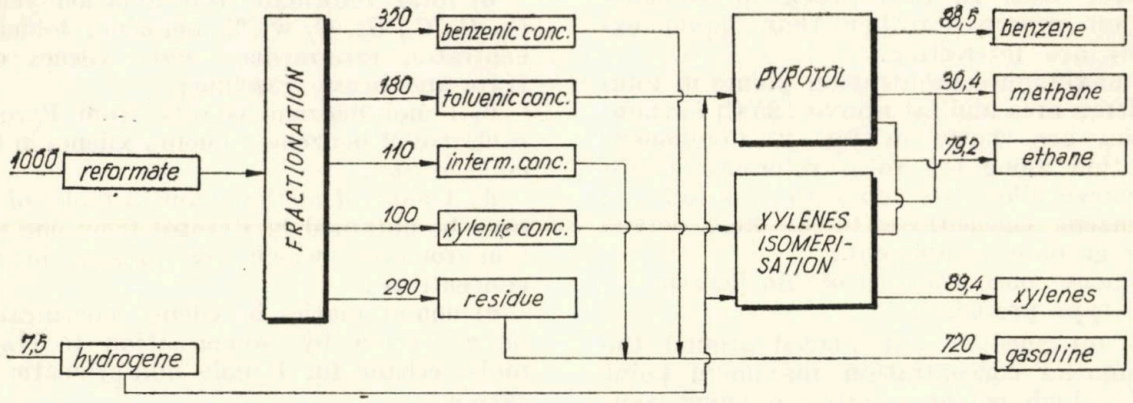


Fig. 4. Case B flow sheet (figures are kgs per 1000 kg. reformate).

determined according to equation (5) are to be considered symmetrical against these and therefore G_b, G_t and G_f will result.

In specific conditions for total reformate described in Tabel 1 solving the equation (5) and the equation group (3) the following values may be obtained :

$G_b = 32\%$ $\quad B = 88.5$ kg/1000 kg
$G_t = 18\%$ $\quad X = 89.4$ kg/1000 kg
$G_i = 11\%$ $\quad g = 720.0$ kg/1000 kg
$G_x = 10\%$ $\quad M = 30.4$ kg/1000 kg
$G_f = 29\%$ $\quad E = 79.2$ kg/1000 kg
$B_t = 0.05\%$ $\quad H = 7.5$ kg/1000 kg
$T_t = 57.7\%$
$X_t = 0.51\%$
$X_x = 89.5\%$
$N_x = 8.8\ \%$

The operation sequance and one of the possible material balance for case B are shown in figure 4, which are similar to case A representation in fig. 3.

Special conditions in which the case B cuts were fractionated lead to a benzene concentrate identic to that obtained in case A. Toluene concentrate covers a more larger part of total reformate (18%, between 100 and 117°C) and xilenes concentrate is less (10% between 138 and 143°C) than corresponding cuts in case A; this situation can be easy explained whether their different destination is considered.

Conclusions

Total reformate fractionation procedure to obtain C_6-C_8 aromatics is different for each cases and depends on the operation sequance used to obtain the end products. When extraction is used as an aromatic separation procedure benzene and xilene concentrates cover a long part of the feed stock distillation curve; in order to obtain gasoline, toluene concentrate (partial or total) and heavy cut (over 150°C) remain available.

It is possible toluene concentrate be used to obtain benzene (by Pyrotol type process) and xilene concentrate (which is a short cut around xilenes concentration maximum point at about 140°C) may be direct isomerized. In this situation for octanic gasoline, a larger quantity of reformate is available.

Aromatic and non-aromatic components distribution along the reformate distillation curve as well as the linear equations with numerical coefficients (values of which depend on economy reasons) may be the objective base to determine the fractionation range and yelds of the cuts to be fractionated from the reformate in order to obtain benzene, xilenes and high octane number gasoline.

BIBLIOGRAPHY

[1] * * * *Hydrocarbon Processing*, sept. , 1974.
[2] Jacobson R. L., Mr. Coy C. S., *Hydrocarbon Processing*, may, 1970 (109—112).

Dr. ing. N. MĂRCULESCU, ing. ST. DESPA şi ing. RODICA BRATU

Unele consideraţii privind fracţionarea reformatelor, în vederea producerii de hidrocarburi aromatice $C_6 - C_8$

Hidrocarburile aromatice reprezintă între 50—60% (în multe cazuri — pentru reformarea pe catalizatori convenţionali) şi 70—75% (la reformarea pe catalizatori promotaţi, [2]) din reformatul total depentanizat. Obţinerea componenţilor aromatici $C_6 - C_8$ în stare pură implică bineînţeles îndepărtarea nearomaticelor însoţitoare, care se realizează în majoritatea cazurilor prin extracţie lichid-lichid.

În ultimii ani au intrat în practica industrială a producerii aromaticelor, procese noi cum ar fi conversia termocatalitică directă a concentratelor — în special toluenice — la benzen (procese de tip Pyrotol, [1]. În aceste procese, nearomaticele însoţitoare sînt convertite, în prezenţă de hidrogen, la gaze, ceea ce elimină, bineînţeles, necesitatea separării prin extracţie.

De asemenea, creşterea severităţii procesului de reformare permite luarea în considerare a introducerii fracţiei xilenice din reformat, direct în izomerizare, în măsura în care concentraţia nearomaticelor are valori suficient de scăzute.

Este de la sine înţeles că la stabilirea unei succesiuni de operaţii destinate obţinerii aromaticelor din reformat, trebuie să se ţină seama de dezideratul unui consum total minim de energie şi de necesitatea valorificării maxime a produselor obţinute.

În cele ce urmează se fac unele consideraţii referitoare la posibilităţile de fracţionare a reformatului total în fracţii — limită („concentrate") utilizabile pentru producerea de aromatice şi drept componenţi de benzină, ţinîndu-se seama de elementele şi tendinţele menţionate. Actualitatea şi utilitatea unei astfel de discuţii se justifică şi prin aceea că recuperarea aromaticelor are implicaţii directe asupra calităţii benzinelor, producătorii trebuind să adopte soluţii şi să echilibreze balanţele ţinînd seama de factori cu acţiune contradictorie, astfel încît să se obţină o valorificare optimă a produselor.

Astfel de situaţii se întîlnesc în special în cazurile în care se urmăreşte recuperarea unei părţi din aromaticele conţinute în reformate destinate producerii de benzine, materia primă a reformării fiind o fracţie largă de benzină hidrofinată (cu limite de fierbere 60—180°C de exemplu) şi nu o fracţie îngustă (60—135°C) aşa cum se practică în cazul reformării selective, destinată special producerii de aromatice $C_6 - C_8$.

Se precizează că pentru a da discuţiei un caracter mai concret, a fost ales ca exemplu un reformat produs într-o instalaţie industrială de reformare.

În consecinţă, valorile stabilite pentru limitele de tăiere şi randamentele fracţiilor sînt valabile numai pentru acest reformat. Eventualele generalizări, privind ipotezele simplificatoare, coeficienţii numerici ai relaţiei de optimizare etc., urmează a fi făcute ţinîndu-se cont de condiţiile concrete ale fiecărui caz în parte.

I. Distribuţia componentelor în lungul curbei de distilare a benzinei reformate

Un reformat total depentanizat, obţinut într-o instalaţie cu catalizator convenţional (nepromotat), în condiţii de activitate medie a catalizatorului, a fost supus unei fracţionări discontinue de laborator, pe o coloană avînd eficacitatea de 15 talere teoretice, la raţie de reflux de 10 : 1. În tabelul 1 sînt redate principalele caracteristici ale benzinei reformate, iar în tabelul 2 sînt date limitele de tăiere şi randamentele celor 20 de fracţii separate (inclusiv reziduul).

Tabelul 1

Principalele caracteristici ale reformatului total

Caracteristici	Valori
Greutate specifică d_4^{20}	0,7854
Distilare STAS (ASTM), % vol /°C	
0	78
5	90
10	91
20	97
30	105
40	112
50	121
60	132
70	144
80	154
90	170
95	179
final	210
Compoziţie, % gr.	
nearomatice C_5	0,9
nearomatice C_6	13,7
nearomatice C_7	11,4
nearomatice C_8 +	10,8
benzen	5,0
toluen	14,2
aromatice C_8	18,4
aromatice C_9 identificate	15,0
aromatice C_9 neidentificate	10,6

În figura 1 (v. versiunea engleză) este reprezentată curba de distilare a reformatului, trasată pe baza datelor din tabelul 2.

Tabelul 2

Limitele de tăiere şi randamentele fracţiilor separate din reformatul total

Fracţia	Limite de tăiere, °C	Randament, % gr.
1	49—60	3,1
2	60—64	4,5
3	64—68	4,1
4	68—76	5,8
5	76—85	3,7
6	85—91	4,5
7	91—97	4,5
8	97—107	4,8
9	107—109	5,1
10	109—111	5,1
11	111—117	5,0
12	117—127	2,8
13	127—136	5,0
14	136—138	5,3
15	138—140	5,7
16	140—150	5,5
17	150—160	4,2
18	160—165	5,5
19	165—174	5,5
20 (reziduu)	174—	10,3

Compoziţia fracţiilor a fost determinată cromatografic; în figura 2 (v. versiunea engleză) este redată variaţia concentraţiei benzenului, toluenului, xilenilor, trimetilbenzenilor şi componenţilor nearomatici în lungul curbei de distilare a reformatului total.

Figura 2 constituie confirmarea unui fapt cunoscut şi anume că principalii componenţi aromatici se întind în lungul curbei de distilare după distribuţii de tip „clopot" (curbe Gauss), maximele de concentraţie situîndu-se în regiunea punctelor lor normale de fierbere. În cazul benzenului concentraţia maximă este deplasată de la 80°C la aproximativ 77°C ca urmare a sistemelor neideale pe care acesta le formează cu nearomaticele C_6.

Examinarea distribuţiei componenţilor în lungul curbei de distilare, pune în evidenţă existenţa a trei maxime relative de concentraţie a nearomaticelor, situate în zonele de „încălecare" a principalilor componenţi aromatici, respectiv la circa 93°C (între benzen şi toluen), la 125°C (între toluen şi xileni) şi la 150—155°C (între xileni şi trimetil-benzeni). Se observă de asemenea că, abstracţie făcînd de extremele semnalate, concentraţia nearomaticelor în ansamblu scade de la iniţial către final. Extrapolarea curbei peste 165°C arată că fracţiile distilînd peste 180°C conţin practic 100% componenţi aromatici, lucru cunoscut de altfel din practica producerii şi utilizării benzinelor reformate.

II. Posibilităţi de fracţionare a reformatului

Cazul A

De regulă, atunci cînd aromaticele se separă din reformate prin extracţie, se recurge la tăierea preliminară a reformatului depentanizat în patru „fracţii limită":

— concentrat benzenic;
— concentrat toluenic;
— concentrat xilenic;
— benzină grea.

Amestecul primelor trei (concentratul benzenic şi xilenic integral, concentratul toluenic parţial) constituie alimentarea instalaţiei de extracţie, din care rezultă amestecul de benzen, toluen şi xileni, practic lipsit de nearomatice, ce se supune în continuare separării pentru obţinerea aromaticelor individuale.

Limitele de tăiere se fixează pe criteriul recuperării maxime a benzenului şi xilenilor în alimentarea extracţiei.

Din acest motiv — şi pentru a nu se recurge la fracţionări neeconomice — se preferă acceptarea unor concentraţii relativ mari de toluen în concentratele benzenic şi xilenic. Drept urmare, majoritatea cantităţii de concentrat toluenic (uneori integral) se utilizează, în amestec cu benzina grea, la fabricaţia de benzine carburant.

Potrivit acestui punct de vedere, reformatul discutat poate fi separat în următoarele fracţii:

— *concentrat benzenic*, care include componenţii ce distilă pînă la 100°C pe curba PRF (recuperare practic totală a benzenului), reprezentînd 32% din total, component pentru alimentarea extracţiei;

— *concentrat toluenic*, care include componenţii ce distilă între 100 şi 110°C pe curba PRF (nu include xileni), reprezentînd 9% din total, component pentru benzină;

— *concentrat xilenic*, care cuprinde componenţii ce distilă între 110 şi 150°C pe curba PRF, reprezentînd 33% faţă de total, component pentru alimentarea extracţiei;

— *benzină grea* (peste 150°C), 26% din total, component pentru benzină.

În ceea ce priveşte tăierea între concentratul xilenic şi benzina grea, este de observat faptul că temperatura de 150°C pe curba PRF reprezintă limita la care concentratul xilenic (şi odată cu acesta întreaga alimentare a extracţiei) nu conţine o cantitate exagerat de mare de componenţi aromatici C_9^+, a căror prezenţă constituie un balast pentru instalaţia de extracţie şi trenul de fracţionare a aromaticelor.

În condiţiile de mai sus, se supune la extracţie întregul potenţial de benzen, 63% din cel de toluen şi circa 89% din potenţialul de xileni.

Ținînd seama de recuperările realizabile la extracție, din 1 000 kg reformat pot rezulta (fig. 3) (v. versiunea engleză) :

— 49 kg benzen ;
— 86 kg toluen ;
— 147 kg xileni ;
— 368 kg rafinat (nafta pentru piroliză) ;
— 350 kg component benzină auto.

Cazul B

Conform celor arătate în partea introductivă, există situații în care, din reformatul total destinat producerii de benzină cu cifră octanică ridicată, interesează separarea unor fracții înguste, concentrate în aromatice, utilizabile ca materii prime în procese de producere a aromaticelor — altele decît extracția lichidă.

La examinarea figurii 2, atrage atenția existența maximelor de concentrații din zona toluenului și a xilenilor (pentru aromatice) și cel de la circa 125°C (deci intermediar față de primele două), pentru nearomatice. Distribuția componenților în lungul curbei de distilare a reformatului total permite separarea acestuia și în modul următor :

— un concentrat benzenic, destinat a fi component de benzină cu COR ridicat ;
— un concentrat toluenic, utilizabil pentru producerea benzenului printr-un procedeu de tip Pyrotol ;
— o fracție intermediară, situată în jurul maximului de concentrație a nearomaticelor de la 125°C, component de benzină cu COR ridicat ;
— un concentrat xilenic potrivit pentru prelucrarea directă prin izomerizare, fără extracție ;
— o fracție grea, component pentru benzină cu COR ridicat.

Este de observat faptul că atît concentratul toluenic, cît și mai ales concentratul xilenic, urmează a fi separate astfel încît conținutul lor în hidrocarburi aromatice să fie cît mai ridicat posibil, din rațiuni legate de economicitatea procedeelor pentru care aceste două fracții constituie materii prime. Acesta este, de altfel, motivul principal pentru care apare necesară separarea fracției intermediare. Pentru concentratul xilenic, un alt criteriu limitativ îl constituie conținutul în aromatice C_9^+ componenți a căror prezență în alimentarea izomerizării nu poate depăși valori de circa 1%.

Criteriile de stabilire a limitelor de tăiere și randamentelor fracțiilor pot diferi de la caz la caz. În general, se poate porni de la condiția ca :

$$\sum v_i - \sum c_i = \max ! \qquad (1)$$

unde :

$\sum v_i$ este suma valorilor produselor obținute și
$\sum c_i$ este suma cheltuielilor pe care le presupune prelucrarea.

Între anumite limite de aproximare, din termenul $\sum c_i$ al relației (1) se poate face abstracție de valoarea cheltuielilor de prelucrare (consumuri energetice, amortizări, salarii etc.) aferente proceselor respective (fracționarea reformatului, convertirea concentratului toluenic la benzen, izomerizarea xilenilor), adoptîndu-se drept criteriu relația :

$$V = \sum v_i - C_H = \max ! \qquad (2)$$

unde C_H este, în acest caz, costul hidrogenului consumat pentru tratarea concentratului toluenic și a concentratului xilenic.

Pentru stabilirea bilanțului material pe ansamblul operațiilor ce pornesc de la reformatul total și ajung la produsele finite (benzină, benzen, xileni, metan, etan) se iau în considerare următoarele premise, aproximări și notații :

a) baza de calcul este o tonă de reformat total ;

b) randamentele fracționării reformatului total sînt G_b, G_t, G_i, G_x, G_f % greutatea de concentrat benzenic, toluenic, fracție intermediară, concentrat xilenic și respectiv benzină grea ;

c) din Pyrotol rezultă cîte 1 mol de benzen pentru fiecare mol de benzen, toluen, xileni prezenți în concentratul toluenic ;

d) dintr-un mol de nearomatice prezente în concentratul toluenic se obțin, în Pyrotol, 1 mol de metan și 3 moli de etan ;

e) nearomaticele prezente în concentratul xilenic, se convertesc în izomerizare la etan (4 moli de etan la 1 mol hidrocarburi nearomatice) ;

f) conținuturile de nearomatice, benzen, toluen, xileni se notează respectiv cu N, B, T, X (% greutate), aparența la una dintre fracții marcîndu-se respectiv cu indicii b, t, i, x, f. Astfel, de exemplu, conținutul de nearomatice în concentratul toluenic va fi N_t iar cel de xileni în benzina grea va fi X_f ;

g) valorile unitare ale produselor (benzen, xileni, benzină, metan, etan) și hidrogenului se notează cu c_B, c_X, c_g, c_M, c_E, c_H.

Pe baza modelului adoptat se ajunge la următoarea distribuție de produse ce se pot obține dintr-o tonă de reformat total (kg) :

$$\left.\begin{aligned}
&B - \text{Benzen} - 0{,}1\ G_t\ (B_t + 0{,}848\ T_t + \\
&\qquad + 0{,}736\ X_t) \\
&X - \text{Xileni} - 0{,}1\ G_x \cdot X_x \\
&g - \text{Benzină} - 10\ (G_b + G_i + G_f) = \\
&\qquad = 1000 - 10\ (G_t + G_x) \\
&M - \text{Metan} - 0{,}1\ G_t\ (0{,}163\ N_t + \\
&\qquad + 0{,}174\ T_t + 0{,}302\ X_t) \\
&E - \text{Etan} - 0{,}092\ G_t\ N_t + 0{,}105\ G_x\ N_x
\end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Consumul total de hidrogen în Pyrotol și izomerizare (pentru cracarea nearomaticelor și demetilări) este (kg):

H — Hidrogen — G_t (0,00612 N_t + 0,0217 T_t + + 0,00377X_t) + 0,00526 G_x N_x.

Relația (2) se poate scrie deci:

$$V = B \cdot c_B + X \cdot c_x + g \cdot c_g + M \cdot C_M + E \cdot C_E - - H \cdot c_H = \max! \quad (4)$$

Dîndu-se mărimilor c_B, c_x, c_g, c_M, c_E, C_H valorile numerice potrivite (prețurile produselor respective) se poate ajunge în continuare la o relație de forma:

$$V = G_t(a_1 B_t + a_2 T_t + a_3 X_t + a_4) + + G_x (b_1 X_x + b_2 N_n + b_3) = \text{Max}! \quad (5)$$

ușor soluționabilă dacă se cunoaște o distribuție a componenților în lungul curbei de distilare a reformatului, de tipul celei reprezentate grafic în figura 2.

Se înțelege de la sine că atît concentratul toluenic cît și cel xilenic se „centrează" pe maximele de concentrație ale toluenului, respectiv xilenilor, valorile G_t și G_x stabilite conform relației (5) urmînd a fi considerate simetric față de acestea, iar G_b, G_i și G_f rezultînd în consecință.

În anumite condiții specifice, pentru reformatul total descris în tabelul 1, rezolvarea relației (5) și a grupului de relații (3) duce la următoarele valori:

G_b = 32%
G_t = 18%
G_i = 11%
G_x = 10%
G_f = 29%
B_t = 0,05%
T_t = 57,70%
X_t = 0,51%
X_x = 89,5%
N_x = 8,8%

B = 88,5 kg/1000 kg
X = 89,4 kg/1000 kg
g = 720,0 kg/1000 kg
M = 30,4 kg/1000 kg
E = 79,2 kg/1000 kg
H = 7,5 kg/1000 kg

În figura 4 (v. versiunea engleză) se reprezintă schematic succesiunea de operații și bilanțul material posibil pentru cazul B, analog reprezentării făcute pentru cazul A în figura 3.

Condițiile particulare în care s-a stabilit tăierea fracțiilor în cazul B, conduc la un concentrat benzenic practic identic cu cel obținut în cazul B. Concentratul toluenic acoperă o porțiune considerabil mai largă din reformatul total (18%, între 100 și 117°C) iar concentratul xilenic este o fracție mult mai îngustă (10%, între 138 și 143°C) decît fracțiile corespunzătoare din cazul A fapt destul de ușor de explicat dacă se ia în considerare destinația lor dificilă de la un caz la altul.

Concluzii

Modul de fracționare a unui reformat total în vederea producerii de aromatice C_6—C_8, diferă de la caz la caz, în funcție de succesiunea de operații prin care se ajunge la produsele finite. Atunci cînd se recurge la extracție ca mijloc de separare a aromaticelor, concentratul benzenic și cel xilenic cuprind o porțiune largă din curba de distilare a materiei prime, pentru fabricația de benzină rămînînd disponibile concentratul toluenic (parțial sau total) și fracția grea (peste 150°C).

Există situații în care pentru producerea benzenului (printr-un procedeu de tip Pyrotol) se poate utiliza concentratul toluenic, iar concentratul xilenic (reprezentînd o fracție relativ îngustă, în jurul maximului de concentrație a xilenilor la circa 140°C) poate fi supus direct izomerizării. În acest caz, pentru fabricația de benzină rămîne disponibilă o porțiune considerabil mai mare din reformat.

Distribuția componenților aromatici și nearomatici în lungul curbei de distilare a reformatului și relații liniare, cu coeficienți numerici ale căror valori depind de considerente economice (prelucrabile pe ordinator) pot constitui o bază obiectivă pentru stabilirea limitelor de tăiere și randamentelor fracțiilor ce se separă din reformat în vederea producerii de benzen, xileni și benzină cu cifră octanică ridicată.

BIBLIOGRAFIE

[1] * * * *Hydrocarbon Processing*, sept., 1974.
[2] Jacobson R. L., Mc Coy C. S., *Hydrocarbon Processing*, mai, 1970 (109—112).

Eng. N. PELIGRAD
The Design and Research Institute for Oilfield Equipment

The Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives in the oilfield equipment

The impetuous development of the oilfield equipment manufactured in the Socialist Republic of Romania led to assimilation of the Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives, in order to get high performances drilling rigs, satisfying the most up-to-date drilling technologies.

1. The Diesel-hydraulic drives

Constituted of Diesel engines and hydrodynamic transmissions are incorporated in the drilling rigs manufactured in Romania, for very deep, medium and shallow wells drilling. These drives are also included in the transportable drilling rigs and work-over and well servicing units.

Based on the experience of the oilfield equipment designers and customers, it resulted that a diesel-hydraulic drive must be conceived and built in accordance with the oilfield equipment essential features, to satisfy the most advanced technologies for oil and gas exploration and exploitation wells, as well as for reliability under the specific oilfield conditions. It is abvious that from the beginning is necessary to analyse the Diesel-hydraulic drive within the operational assembly it belongs, to fulfil all the requirements imposed by the drilling and well servicing.

By taking into consideration these conditions there have been manufactured in Romania Diesel-hydraulic well servicing and drilling rigs, the results obtained fully confirming this conception.

Due to the advantages of the Diesel-hydraulic drives as :

— simplicity and ruggedness;

— shock and torsional vibrations absorption by a instant accomodation to the load;

— easy and accessible operation and maintenance;

— reduced cost.

Now, there-is a preocupation to extend them to other oilfield equipment, together with some improvements that can be brought about.

1.1. *Achievement of some hydraulic torque converters corresponding to the drilling rigs power flow*

The Diesel-hydraulic drilling rigs manufactured in Romania use as prime movers Diesel engines of speeds within 1 400 rpm to 1 500 rpm and powers within 450 HP to 1 100 HP By taking into consideration that the assembly of the mechanical parts include chain drives and by knowing the characteristics of the Diesel engines prime movers, it results that the hydraulic torque converters mounted between the Diesel engines and intermediate drives (provided with roller chains) must have functional characteristics allowing an optimum coupling with the Diesel engines, and ensuring the chain transmission operation within the field of maximum reliability.

For transmitting of some installed powers ranging between 1 000 HP and 4 000 HP the intermediate drives can be provided with

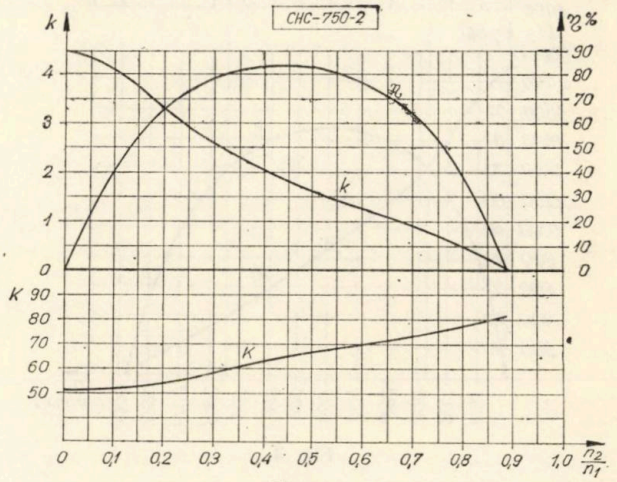


Fig. 1

1.1/2 in or 1.3/4 in multiplex chains. Under these conditions, the most advantageous hydraulic torgue converters are those with three stages, becouse they give output speeds falling in the area of maximum efficiency for which the roller chains have a maximum reliability.

In figure 1 and 2 are illustrated the CHC-750-2 (900 HP at 1 400 rpm) converter specifications the notations having the following signification :

η — hydraulic torque converter efficiency;

k — torque amplification coefficient;

$K = \frac{n_1}{M_1}$ — coefficient, indicates the relations between the M_1 torque and n_1 speed at the converter input;

n_2 — converter output speed.

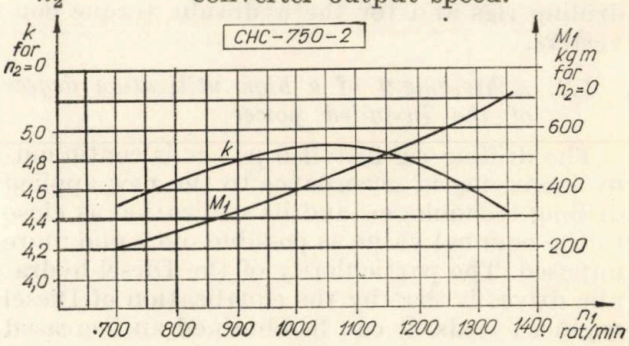


Fig. 2

From figure 1 diagram it results that for the case of drilling proper, when the hydraulic torque converters drive the mud pumps and the rotary table under continuous operating conditions, they work within ($\eta \geq 0{,}8$; $n_2/n_1 = 0{,}32-0{,}57$) maximum efficiency field, and with speeds at the converter output ranging,

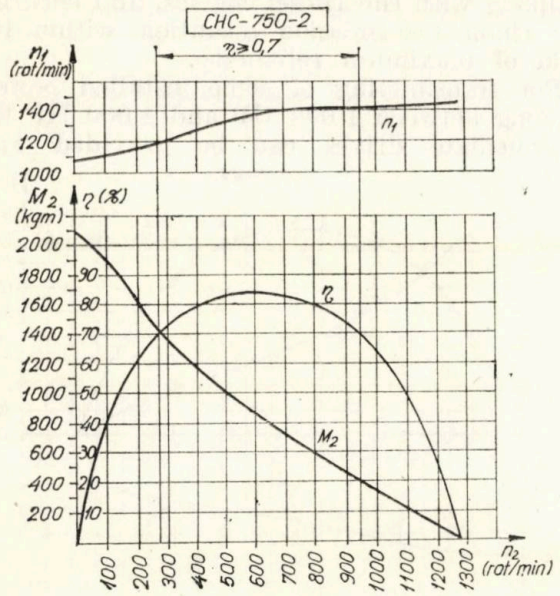


Fig. 3

between 400 rpm and 800 rpm (fig. 3). This activity usually represents about 70 percent of the working activity and offers the optimum speed range for chain transmission and consequently a high reliability. In case of drawworks driving, under intermittent operating conditions, the converters are used for $\eta \geq 0{,}7$ ($n_2/n_1 = 0{,}22-0{,}66$) efficiencies, and speeds at output would range between 275 rpm and 950 rpm, speed range also favorable for the chain transmissions.

This is only one of the criteria indicating the manner in which the Diesel-hydraulic drives have been concived, in accordance with the drilling rig assembly essential features.

Due to this conception, very good results have been obtained in field operations, for both, the mechanical assemblies components of the drilling rigs and for the hydraulic torque converters.

1.2. *Achievement of a high utilization degree of the installed power*

The driiling rig installed power is continuous by increasing in accordance to the new applied drilling technologies and its utilization as close to the nominal value as possible more and more imposed. The particularity of the Diesel-hydraulic drives is that by the equalization of Diesel engines speeds, it can be obtained an increased utilization degree of the installed power, because the powers taken over by the hydrodynamic transmissions from the driving Diesel engines are given by the relationship:

$$P = Kp\ n_1^3. \qquad (1)$$

It results that any speed diferences between many Diesel engines that work in parallel (by intermediary transmission) have effects on the power taken over by the hydraulic torque converters from the Diesel engine and therefore on the utilization degree of the installed power. Taking into consideration that the output speed of the hydraulic torque converters is the same for all the converters (due to the mechanical coupling from the intermediary transmission) it results that by equalization of all Diesel engine speeds, all converters can operate at the same n_2/n_1 ratio, thus ensuring an equal overtaking from the Diesel engines.

In the diagram from fig. 4, for exemplification, are shown the powers taken over by the CHC-750 hydraulic torque converter series depending on different n_2/n_1, ratios. From the analysis of this diagram, it results how important is the equalization of engine speeds for granting the utilization of the entire installed power. For example, if two Diesel engines operate one at 1 400 rpm, the other at 1 300 rpm, and the speed at the output of the two

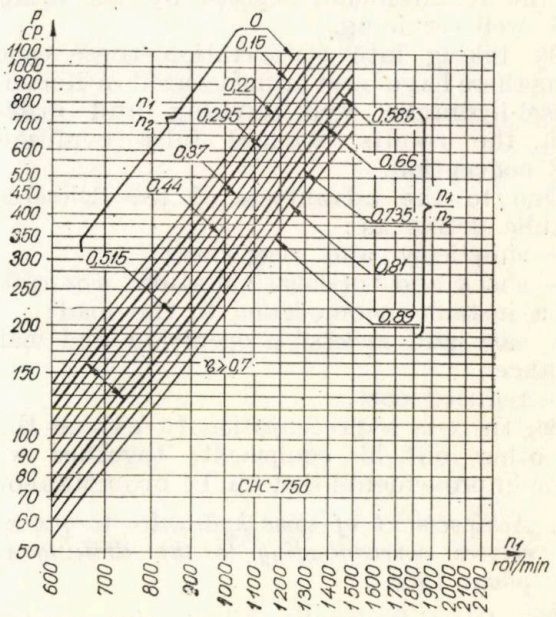


Fig. 4

converters is $n_2 = 650$ rpm, then the first converter works at a $n_2/n_1 = 0{,}465$ ratio and $n_1 = 1\,400$ rpm, taking over a 900 HP power and the second converter works at a $n_2/n_1 = 0{,}5$ ratio and $n_1 = 1\,300$ rpm, taking over a 700 HP power.

It is necessary the use of a simple instruments to ensure the equalization of Diesel engine speeds, especially at high power rigs and having many power pucks working in parallel.

1.3. *Extension of the power range within the Diesel-hydraulic drives*

The continuous increase of the oil and gas well depths, as well as the introduction of new drilling technologies, caused and would cause the increase of the installed power. Under these conditions, in order not to increas the number of Diesel engines of the drilling rig, it is necessary to use some Diesel engines with powers between 1 300—1 500 HP. Considering that these drilling rigs would remain on the location longer time than the medium depths rigs, it becomes interesting the use of some 1 000—1 200 rpm Diesel engines, because these engines can work more than 25 000 operating hours till the general overhaul granting at the same time an increased reliability by comparison with the high speed engines. When using this type of Diesel engines it becomes necessary the analysis of a hydraulic torque converter, whose external functional features result from the study of the entire drilling rig assembly. It would be very adequate to realize a hydraulic converter capable to integrate the new Diesel-hydraulic drive in the kinematic conception of the present drilling rigs, in order to facilitate its introduction.

From the analysis of such a situation results the utilization of single or three-stage hydraulic torque converters. The single stage converters have the advantage of a more simple integration of high power packs.

This can be also analysed from fig. 5 diagram, representing the characteristic coefficients for a 1 400 HP, 1 100 rpm hydraulic torque converter.

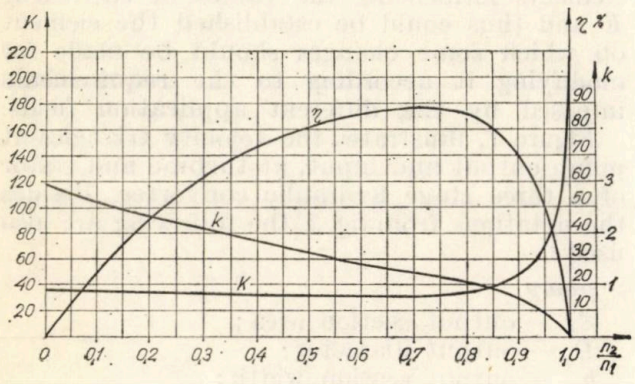


Fig. 5

For continuous operating conditions of the mud pumps, and rotary table (for $\eta \geq 0,8$ efficiency) it results a range of $n_2/n_1 = 0,5-0,85$ speed relations, which for a 1100 rpm speed of the Diesel engine, requires speeds between 550 rpm and 935 rpm at the converter output. This range of speeds is optimum for roller-chains, being shifted with about 150 rpm towards the high speeds by comparison with

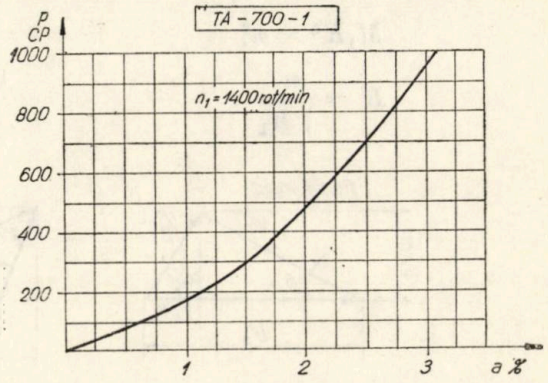


Fig. 6

the range of the three stage converters driven by Diesel engines at 1400 rpm, and with about 50 rpm towards the high speeds too, by comparison with the range of three stage converters driven by Diesel engines at 1500 rpm.

The installed power of the drilling rigs increased lately at the independent drive pumps too,. These can be manufactured both in Diesel hydraulic version, with hydraulic torque converters (using the same Diesel engines and hydraulic torque converters as for the drilling rigs), and in a version with hydraulic coupling, depending on the requirements imposed by the drilling technology and technical-economical aspects. The TA-700-1 hydraulic coupling can be used for the high power independent drive pumps being equipped with two Diesel engines and two hydraulic coupling. Figure 6 represents the TA-700-1 hydraulic coupling diagram, specifying that it develops output speeds of the same order of magnitude with that of the three-stage hydraulic torque converters driven at 1 400 rpm. The design was conceived so that it can obtain a maximum reliability of the chain driven mud pumps.

1.4. *Analysis of hydraulic torque converter external characteristics as against the drilling rigs functional characteristics*

The hydraulic torque converter can be characterised by the following specific values.

K coefficient, representing the overtaking capacity of the rotation moment from the driving engine.

— k, coefficient (amplification ratio of rotation moments);

— η, efficiency.

Further on, there will be analysed the factors influencing the values of K and k coefficients, in order to obtain some values

in accordance with the requirements imposed by the utilization field of the hydraulic torque converters.

The K coefficient is conventionally determined by the equation :

$$M_1 K^2 = n_1^2$$

$$K = \frac{n_1}{\sqrt{M_1}} \qquad (2)$$

The coefficient K, representing the torque taken over by converter from the driving engine, can be also written :

$$K = \frac{n_1}{\sqrt{\frac{M_p}{\eta_{mp} \cdot \eta_{volp}}}} \qquad (5)$$

From the above mentioned results that if there will be analysed the factors determining the M_p and M_t torques will be known the elements influencing the values of coefficient K and thus could be established the element on which some changes should be made for modifying it according to the requirements imposed by the different application fields.

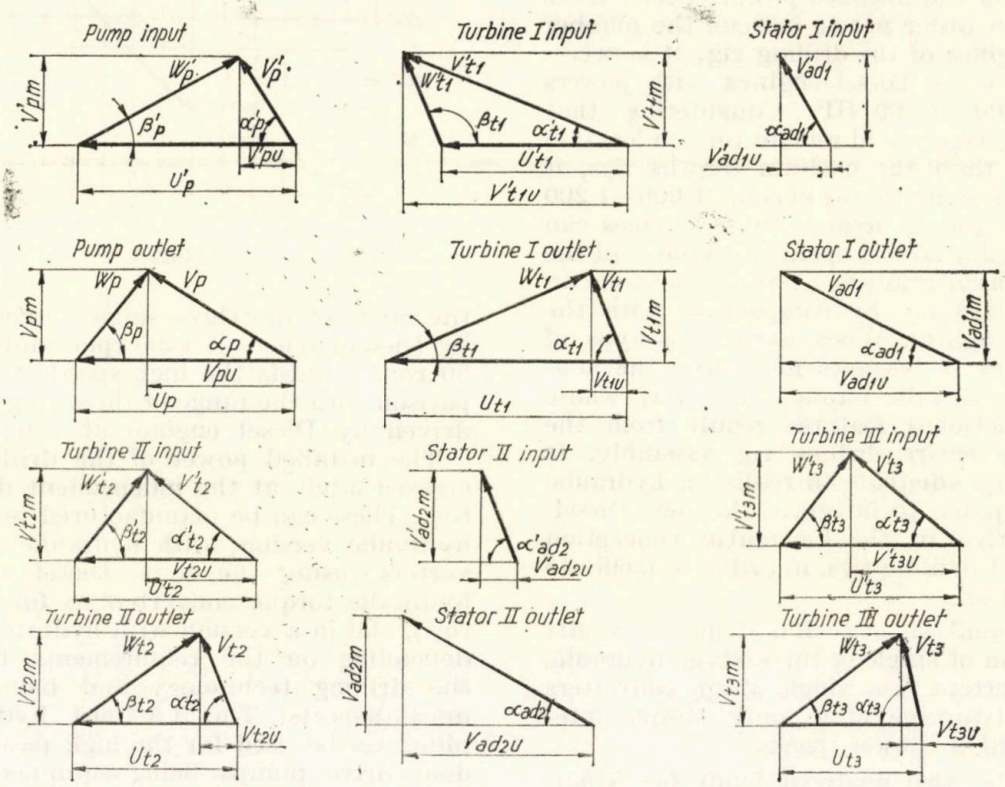


Fig. 7

M_1 — is the torque taken over by the converter from the driving engine;

n_1 — is the speed at converter input shift;

If we neglect the mechanic and volumetric efficiency of the pump it results :

$$M_p = M_1 \cdot \eta_{mp} \cdot \eta_{vol.p} \qquad (2)$$

M_p — pup torque;

M_t — turbine torque;

$n_p = n_1$ — pump speed;

n_t — turbine speed.

Converter hydraulic efficiency results from equation :

$$\eta_h = \frac{M_t \cdot n_t}{M_p \cdot n_p} \qquad (4)$$

Figure 7, illustrates the velocity triangles at pump output and input, at turbine and stator of a three stage hydraulic converter. Besides the notations from fig. 7, the following are also used :

pump

S_p — output section area;
D_p — output diameter;
b_p — output section width;
ϱ_p — blades influence on the output section area;

turbine

S_{t_1}, S_{t_2} and S_{t_3} — areas of the output sections for the turbine three-stages; D_{t_1}, D_{t_2} and D_{t_3}

— diameter at output for the turbine three-stages; b_{t_1}, b_{t_2} and b_{t_3} — width of output sections for the turbine three-stages; ρ_{t_1}, ρ_{t_2} and ρ_{t_3} — blades influence on the area of the output sections for the turbine three — stages; M_{t_1}, M_{t_2} and M_{t_3} — torques of the turbine three-stages;

stator

S_{ad_1} and S_{ad_2} — areas of output sections for the two stages of the stator;

D_{ad_1} and D_{ad_2} — output diameters for the two stages of the stator;
b_{ad_1} and b_{ad_2} — width of output sections for the two stages of the stator;
ρ_{ad_1} and ρ_{ad_2} — blades influence on the output surface for the two stages of the stator.

The torque M_p taken over by the hydraulic converter can be written under the equation:

$$M_p = \frac{\gamma Q}{2g}(v_{pu} D_p - v'_{pu} \cdot D'_p) \qquad (6)$$

assuming that:

$$v'_{pu} \cdot D'_{pu} = v_{t3u} \cdot D_{t3} \quad \text{it results:}$$

$$M_p = \frac{\gamma Q}{2g}(v_{pu} \cdot D_p - v_{t3u} \cdot D_{t3}).$$

Substituting in equations 6 the v_{pu} and v_{t3u} with the equations:

$$v_{pu} = up - \frac{Q}{S_p} \operatorname{cotg} \beta p$$

$$v_{t3u} = u_{t3} - \frac{Q}{S_{t_3}} \operatorname{ctg} \beta_{t_3}$$

it results:

$$M_p = \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g}(D_p^2 n_p - D_{t_3}^2 \cdot n_t)\, Q - \qquad (7)$$

$$\frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{ctg} \beta_p}{b_p \rho_p} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t_2}}{b_{t_3} \cdot \rho_{t_3}}\right) Q^2 \qquad (8)$$

$$\boxed{k_{1p} Q^2 - k_{2p} Q + M_p = 0}$$

The turbine torque can be calculated from:

$$M_t = M_{t_1} + M_{t_2} + M_{t_3} \qquad (9)$$

$$M_{t_1} = \frac{\gamma Q}{2g}(v'_{t1u} \cdot D'_{t1} - v_{t1u} D_{t1}) \qquad (10)$$

Assuming that $v'_{t1u} D'_{t1} = v_{pn} Dp$ and being known that

$$v_{t1u} = u_{t1} - \frac{Q}{S_{t1}} \operatorname{ctg} \beta t_1 \quad \text{it results:}$$

$$M_{t1} = \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g}(D_p^2 n_p - D_{t1}^2 n_t)\, Q -$$

$$- \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{ctg} \beta_p}{b_p \rho_p} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t1}}{b_{t1} \cdot \rho t_1}\right) Q^2 \qquad (11)$$

$$\boxed{k_1 t_1 Q^2 - k_2 t_1 Q + M_{t1} = 0} \qquad (12)$$

$$M_{t_2} = \frac{\gamma Q}{2g}(v'_{t2u} \cdot D'_{t2} - v_{t2u} D_{t_2}). \qquad (13)$$

Assuming that $v'_{t2u} D'_{t2} = v_{ad1u} D_{ad1}$ and being known that:

$$v_{t2u} = u_{t2} - \frac{Q}{S_{t2}} \operatorname{ctg} \beta_{t2} \quad \text{it results:}$$

$$M_{t2} = \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha_{ad1}}{b_{ad1} \cdot \rho_{ad1}} + \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t2}}{b_{t2} \cdot \rho_{t2}}\right) Q^2 -$$

$$- \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g} D_{t2}^2 n_t Q \qquad (14)$$

$$\boxed{k_1 t_2 Q^2 - k_2 t_2 Q - M_{t2} = 0} \qquad (15)$$

$$M_{t3} = \frac{\gamma Q}{2g}(v'_{t3u} \cdot D'_{t3} - v_{t3u} \cdot D_{t3}). \qquad (16)$$

Assuming that $v'_{t3u} D'_{t3} = v'_{ad2u} D_{ad2}$ and being known that:

$$v_{t3u} = u_{t3} - \frac{Q}{S_{t3}} \operatorname{ctg} \beta_{t3} \quad \text{it results:}$$

$$M_{t3} = \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{ctg} \alpha_{ad2}}{b_{ad2} \cdot \rho_{ad2}} + \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t3}}{b_{t3} \cdot \rho_{t3}}\right) Q^2 - \qquad (17)$$

$$- \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g} D_{t3}^2 n_t Q$$

$$\boxed{k_{1t3} Q^2 - k_{2t3} Q - M_{t3} = 0} \qquad (18)$$

Totalizing the values from equations (11), (14) and (17) it results:

$$M_t = \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g}[D_p^2 n_p - (D_{t1}^2 + D_{t2}^2 + D_{t3}^2) n_t]\, Q -$$

$$- \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{ctg} \beta_p}{b_p \cdot \rho_p} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t1}}{b_{t1} \cdot \rho_{t1}} - \frac{\operatorname{ctg} \alpha_{ad1}}{b_{ad1} \cdot \rho_{ad1}} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t2}}{b_{t2} \cdot \rho_{t2}} - \right.$$

$$\left. - \frac{\operatorname{ctg} \alpha_{ad2}}{b_{ad2} \cdot \rho_{ad2}} - \frac{\operatorname{ctg} \beta_{t3}}{b_{t3} \cdot \rho_{t3}}\right) Q^2 \qquad (19)$$

$$\boxed{k_{1t} + Q^2 k_{2t} Q + M_t = 0}$$

The (7) and (19) equations must be checked up for the same value of Q output and consequently for finding out the values of coefficient K from equation (2). These equations must be analysed together. Depending on the values imposed to K and coefficients as against n_t/n_p and for more increased efficiencies, the M_p and M_t torques could be influenced by choosing some geometrical magnitudes resulting from equations (7) and (19). Thus, starting from the analysis of the drilling rig assembly, there can be determined the optimum functional parameters required from the hydraulic torque converters, for their integration as rational as possible in the assembly they belong. The required functional parameters (M_p, M_t, K, η) can be introduced in equations (7) and (19) resulting a geometry corresponding to the hydraulic circuit, leading to the granting of a Q output of the working fluid inside the converter, for power transmission and shocks and torsional vibrations absorption.

Such analysis can be also made for single-stage torque converters.

2. Electric-hydraulic drive

This drive issued from the idea of combining the technico-economical advantages offered by the introduction of the hydraulic converters in the drilling rig and feeding from the electric network of the drilling rigs provided with electric drive.

Another advantage, characteristic for the electric-hydraulic drives, manufactured in Romania, is the possibility of changing the Diesel — hydraulic drilling rigs into electric-hydraulic

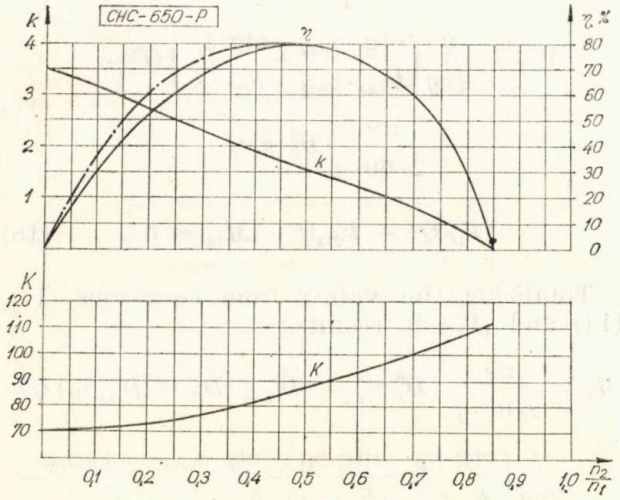


Fig. 8

ones, and vice-versa only by simple replacing of the Diesel engines and the three-stage fixed blades hydraulic torque converters, with asynchronous short-circuit motors and three-stage adjustable blades hydraulic torque converters. The latter, is obtained from the three stage fixed blades converters, by changing only the pump and the input section of the converter. In this manner, it can be achieved a maximum of unification between the Diesel-hydraulic

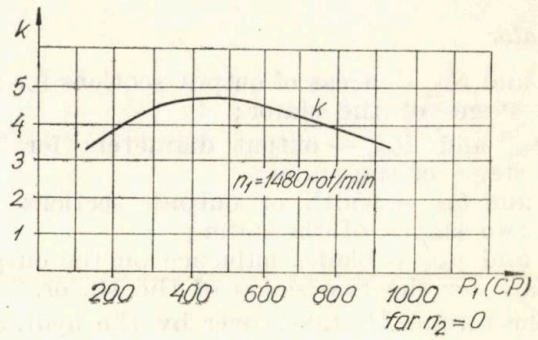


Fig. 9

and electric-hydraulic driven rigs, advantageous unification for both the manufacturers and the employers of the drilling rigs.

These drilling rigs, besides the important technico-economic advantage created by the feeding from the network (10—15 per cent reduction of the cost per drilled metre) maintains the advantage of using of hydraulic torque converters (shock and torsional vibrations absorption by a instant accomodation to the load), and the possibility of rotary table speed variation down to zero even for the very low resistant torque. These drives are used in Romania at the medium depth drilling rigs.

It is obvious that these electric-hydraulic drives rise the question of maximum utilisation of the installed power in the case of the parallel operation of some groups of asynchronous short circuit motors-hydraulic converters. In this case, a possibility of equalizing the powers taken over by the electric motors can be realized by equalizing the currents of the electric motors. These devices must act upon the servomotor hydraulic distributors controlling the blades opening-closing operations.

Depending on the blades position the various powers that can be taken over from the electric motors are determined and consequently their equalization can be achieved.

In figure 8 are given the coefficients K and k, as well as the efficiency η, (for maximum blades opening) for the CHC 650-P converter (500 kW, 1 480 rpm).

The dotted line from this diagram represents the efficiencies for blades partial opening. It will be noticed the fact that the area of maximum efficiency is for $n_2/n_1 = 0{,}5$, representing 740 rpm at output, i.e.a good value for ensuring a high reliability of the chain transmissions. For the ranges of application with

$\eta \geqslant 0{,}7$ efficiencies, are obtained $n_2/n_1 = 0{,}27-0{,}64$ relations, and corresponding speeds at the converter output between 400 rpm and 900 rpm, good values for roller chain operation under optimum conditions. The CHC 650-P converter is dimensioned so that when starting the turbine, it can transmit a 900 HP power and a torque of about 600 mkg with fully opened blades. In fig. 9 are illustrated the powers taken over by the CHC 650-P converter when $n_1 = 1\,480$ rpm and $n_2 = 0$ for various blades opening, as well as the amplification relations of the torques created for these openings.

The electric-hydraulic rigs can be equipped with independent drive pumps with electric-hydraulic drive, having also short-circuit asynchronous, 1 000 rpm motors coupled with TAV-850 (800—1 000 HP at 1 000 rpm) hydraulic coupling of variable fill up.

It is obvious that the independent drive pumps can be also manufactured in the version with adjustable blades hydraulic torque converter, depending on the drilling requirements and some technico-economical aspects.

From the analysis of the Diesel-hydraulic and electric-hydraulic drives results that it is very rational the utilization at Diesel-engines with speeds within 1 400—1 500 rpm at the stationary drilling rigs, emphasizing the following aspects :

— the possibility of manufacturing some drilling rigs with roller chain transmissions of high reliability, determined by the introduction of the three-stage hydraulic torque converters, ensuring suitable output speeds and a rugged design ;

— the possibility of changing the Diesel-hydraulic drilling rigs into electric-hydraulic ones and vece-versa, only by simple replacing of the driving units.

The extension of the Diesel-hydraulic drives in the range of 1 300—1 500 HP powers would widen the field of application, with well known tehnico-economical advantages in the oilfield equipement on the world-wide level.

Ing. N. PELIGRAD
Institutul de proiectări și cercetări utilaj petrolier

Acționări diesel-hidraulice și electrohidraulice în utilajul petrolier

Dezvoltarea impetuoasă a construcției de utilaj petrolier din R. S. România a condus la asimilarea acționărilor diesel-hidraulice și electrohidraulice, în vederea realizării unor instalații de foraj cu performanțe ridicate care pot satisface cele mai moderne tehnologii de foraj.

1. Acționările diesel-hidraulice

Formate din motoare diesel și transmisii hidrodinamice sînt prezente în instalațiile de foraj ce se execută în R. S. România, atît pentru mare adîncime cît și pentru medie și mică adîncime. Aceste acționări sînt de asemenea introduse la instalațiile de foraj transportabile și la instalațiile de punere în producție și reparații sonde.

Din experiența constructorilor de utilaj petrolier și a beneficiarilor acestora, a rezultat că o acționare diesel-hidraulică trebuie concepută și realizată în concordanță cu specificul utilajului petrolier, atît ca satisfacere a celor mai avansate tehnologii pentru explorarea și exploatarea sondelor de țiței și gaze, cît și ca fiabilitate în condițiile specifice șantierelor petroliere. Desigur că aceasta presupune că de la început acționarea diesel-hidraulică să fie analizată în ansamblul funcțional din care face parte, pentru a răspunde tuturor cerințelor impuse de specificul instalației de foraj sau intervenție.

În acest cadru s-au realizat în R. S. România instalațiile de foraj și intervenție diesel-hidraulice, rezultatele obținute în exploatare confirmînd din plin această orientare.

Datorită avantajelor deosebite pe care le au acționările diesel-hidraulice în utilajul petrolier ca :

— simplitate și robustețe ;

— amortizarea șocurilor și vibrațiilor torsionale prin adaptarea instantanee în raport cu sarcina ;

— întreținere și exploatare ușoară și accesibilă ;

— preț de cost redus,

în prezent există preocupări de extindere a acestora în utilajul, petrolier, însoțite și de unele îmbunătățiri ce mai pot fi aduse.

1.1. *Realizarea unor convertizoare hidraulice de cuplu în concordanță cu cinematica instalațiilor de foraj*

Instalațiile de foraj diesel-hidraulice din R. S. România utilizează pentru acționare motoare diesel cu turații cuprinse între 1 400—1 500 rot/min și puteri cuprinse între 450—1 100 CP. Avînd în vedere că ansamblul părților mecanice cuprind transmisii cu lanț și cunoscîndu-se caracteristicile motoarelor diesel de acționare, rezultă ca convertizoarele hidraulice de cuplu care se montează între motoarele

diesel și transmisiile intermediare (echipate cu lanțuri cu role), vor trebui să aibă caracteristici funcționale care să permită o cuplare optimă cu motoarele diesel și să asigure transmisiilor cu lanț funcționarea în zonele cu maximum de fiabilitate.

Pentru transmiterea unor puteri instalate cuprinse între 1 000 și 4 000 CP, transmisiile intermediare pot fi echipate cu lanțuri de $1^1/_2$ sau 1 3/4 in. În aceste condiții, cele mai avantajoase convertizoare hidraulice sînt cele cu trei trepte, deoarece oferă turații la ieșire în zona randamentelor maxime, pentru care lanțurile cu role au o fiabilitate maximă. În figurile 1 și 2 sînt prezentate unele caracteristici ale convertizorului CHC-750-2 (900 CP la 1 400 rot/min), notațiile avînd următoarea semnificație :

— randamentul convertizorului hidraulic ;

— coeficientul de amplificare a momentului, coeficient care arată legătura între momentul M_1 și turația n_1, de la intrare în convertizor ;

— turația la ieșirea din convertizor.

Din diagrama figurii 1 (vezi versiunea engleză) rezultă că în cazul forajului propriu-zis, cînd convertizoarele hidraulice acționează pompele de noroi și masa rotativă în regim de funcționare continuu și se lucrează în zona randamentelor maxime ($\eta \geqslant 0{,}8$; $n_2/n_1 = 0{,}32-0{,}57$), iar turațiile la ieșirea din convertizor pot varia între 400 și 800 rot/min (fig. 3). Această activitate reprezintă de regulă circa 70% din activitatea de lucru și oferă transmisiilor cu lanț domeniul optim de turații și în consecință o fiabilitate ridicată a acestora. În cazul acționării troliului, în regim de funcționare intermitent, convertizorul se utilizează pentru randamente $\eta \geqslant 0{,}7$ ($n_2/n_1 = 0{,}22-0{,}66$), iar turațiile la ieșire vor fi situate între 275 și 950 rot/min, domenii de turații de asemenea favorabile transmisiilor cu lanțuri.

Acesta este numai unul dintre criteriile care arată modul în care au fost concepute acționările diesel-hidraulice în concordanță cu specificul ansamblului instalațiilor de foraj. Datorită acestei orientări s-au obținut în exploatare rezultate foarte bune atît pentru ansamblele mecanice componente ale instalațiilor de foraj, cît și pentru convertizoarele hidraulice de cuplu.

1.2. *Realizarea unui grad ridicat de utilizare a puterii instalate*

Puterea instalată a instalațiilor de foraj este în continuă creștere, în concordanță cu noile tehnologii de foraj care se aplică, iar o utilizare a acesteia cît mai apropiată de valoarea nominală se impune din ce în ce mai mult. Particularitatea acționărilor diesel-hidraulice constă în aceea că prin egalizarea turației motoarelor diesel se poate obține un grad ridicat de utilizare a puterii instalate, deoarece puterile pe care transmisiile hidrodinamice le preiau de la motoarele diesel de acționare sînt date de relația :

$$P = K_p n_1^3. \qquad (1)$$

Rezultă că orice diferențe de turații între mai multe motoare diesel ce funcționează în paralel (prin transmisia intermediară), au repercursiuni asupra puterii preluate de convertizoarele hidraulice de la motoarele diesel și deci asupra gradului de utilizare a puterii instalate. Avînd în vedere că turația de ieșire a convertizoarelor hidraulice, este aceeași pentru toate convertizoarele (datorită cuplării mecanice din transmisia intermediară), rezultă că prin egalizarea turațiilor motoarelor diesel, toate convertizoarele pot funcționa la același raport n_2/n_1 asigurîndu-se preluarea egală a puterii de la motoarele diesel.

Pentru exemplificare în diagrama din figura 4 sînt indicate puterile preluate de convertizorul hidraulic din seria CHC-750, în funcție de diferite rapoarte n_2/n_1. Din analiza acestei diagrame rezultă cît de importantă este egalizarea turației motoarelor pentru asigurarea utilizării integrale a puterii instalate. Spre exemplu dacă două motoare diesel funcționează unul la 1 400 rot/min, iar altul la 1 300 rot/min, iar turația la ieșirile din cele două convertizoare este $n_2 = 650$ rot/min, primul convertizor lucrează la un raport $n_2/n_1 = 0{,}465$ și $n_1 = 1\,400$ rot/min, preluînd o putere de 900 CP, iar al doilea la un raport $n_2/n_1 = 0{,}5$ și $n_1 = 1\,300$ rot/min, preluînd o putere de 700 CP. Utilizarea unei aparaturi simple care să asigure egalizarea turațiilor motoarelor diesel se impune, cu atît mai mult la instalațiile cu puteri mari și cu multe grupuri de foraj funcționînd în paralel.

1.3. *Extinderea domeniului de puteri în acționările diesel-hidraulice*

Creșterea continuă a adîncimii sondelor de țiței și gaze, precum și introducerea unor noi tehnologii de foraj au cauzat și vor cauza sporirea puterii instalate. În aceste condiții, pentru a nu se mări prea mult numărul de motoare diesel în instalațiile de foraj, apare ca necesară introducerea unor motoare diesel de puteri cuprinse între 1 300—1 500 CP. Avînd în vedere că asemenea instalații de foraj vor sta pe locații timp mai îndelungat decît instalațiile pentru adîncimi medii, devine interesantă utilizarea unor motoare diesel de 1 000—1 200 rot/min și de puterile indicate anterior, deoarece aceste motoare pot oferi peste 25 000 de ore pînă la reparația capitală, asigurînd în același timp și o fiabilitate sporită, în raport cu motoarele rapide.

În cazul utilizării acestor tipuri de motoare diesel, desigur apare necesară analiza unui

convertizor hidraulic, cuplu ale cărui caracteristici funcţionale exterioare să rezulte din studiul ansamblului instalaţiei de foraj. Ar fi foarte indicat să se realizeze un convertizor hidraulic care să poată integra noua acţionare diesel hidraulică în concepţia cinematică a actualelor instalaţii de foraj, pentru ca să se asigure introducerea acesteia cu uşurinţă.

Dintr-o analiză a unei asemenea situaţii rezultă că pot fi utilizate pentru asemenea situaţii convertizoare hidraulice de cuplu cu o treaptă sau cu trei trepte. Convertizoarele cu o treaptă ar prezenta avantajul unei integrări mai simple a grupurilor de foraj de mare putere. Acest fapt poate fi analizat şi din diagrama din figura 5, care reprezintă coeficienţii caracteristici pentru un convertizor hidraulic de 1 400 CP la 1 100 rot/min. Pentru regimul de funcţionare continuu corespunzător pompelor de noroi şi mesei rotative (pentru randamente $\eta \geqslant 0{,}8$) rezultă un interval de rapoarte de turaţii $n_2/n_1 = 0{,}5-0{,}85$, care pentru o turaţie de 1 100 rot/min a motorului diesel, impune la ieşirea din convertizor turaţii cuprinse între 550 rot/min şi 935 rot/min. Acest domeniu de turaţii este foarte bun pentru lanţurile cu role fiind deplasat cu circa 150 rot/min spre turaţiile mari în raport cu domeniul convertizoarelor cu trei trepte acţionate de motoare diesel la 1 400 rot/min, şi cu circa 50 rot/min tot spre turaţiile mari în raport cu domeniul convertizoarelor cu trei trepte acţionate de motoare diesel la 1 500 rot/min.

Puterea instalată a instalaţiilor de foraj a crescut în ultima vreme şi în cadrul grupurilor motopompă. Acestea pot fi realizate atît în variantă diesel-hidraulică cu convertizoare hidraulice de cuplu (utilizîndu-se aceleaşi motoare diesel şi convertizoare hidraulice ca şi în cadrul instalaţiilor propriu-zise), cît şi în varianta cu turboambreiaje, în funcţie de necesităţile impuse de tehnologia de foraj şi unele aspecte tehnico-economice. Pentru grupurile moto-pompă de mare putere poate fi utilizat turboambreiajul TA 700, echipîndu-se grupul cu două motoare diesel şi două turboambreiaje. În figura 6 este indicată diagrama turboambreiajului TA 701, precizîndu-se că acesta realizează la ieşire turaţii de acelaşi ordin de mărime cu cele ale convertizoarelor hidraulice cu trei trepte acţionate la 1 400 rot/min. Construcţia a fost concepută astfel pentru a se realiza o fiabilitate maximă acţionării cu lanţ a pompelor de noroi.

1.4. *Analiza caracteristicilor exterioare ale convertizoarelor hidraulice de cuplu în raport cu caracteristicile funcţionale ale instalaţiilor de foraj*

Un convertizor hidraulic de cuplu poate fi caracterizat prin următoarele mărimi specifice :

— coeficientul K (care exprima de fapt capacitatea de preluare a momentului de rotaţie de la motorul de antrenare) ;

— coeficientul k (raportul de amplificare al momentelor de rotaţie) ;

— randamentul η.

În cele ce urmează se vor analiza factorii care influenţează valorile coeficienţilor K şi k, în vederea obţinerii unor valori ale acestora în concordanţă cu cerinţele impuse de domeniul de utilizare a convertizoarelor hidraulice de cuplu.

Coeficientul K în mod convenţional este definit prin relaţia :

$$M_1 K^2 = n_1^2$$

$$K = \frac{n_1}{\sqrt{M_1}} \tag{2}$$

în care :

M_1 este momentul preluat de convertizor de la motorul de antrenare ;

n_1 — turaţia la arborele de intrare a convertizorului.

Dacă la momentul preluat de convertizor de la motorul de antrenare nu se ţine seama de randamentul mecanic şi volumetric al convertizorului rezultă :

$$M_p = M_1 \cdot \eta_m \cdot \eta_{vol} \tag{3}$$

M_p este momentul rotorului pompă ;

M_t — momentul rotorului turbină ;

$n_p = n_1$ — turaţia rotorului pompă ;

n_t — turaţia rotorului turbină.

Randamentul hidraulic al convertizorului este dat de relaţia :

$$\eta_h = \frac{M_t \cdot n_t}{M_p \cdot n_p}. \tag{4}$$

Coeficientul K care caracterizează momentul de rotaţie preluat de convertizor de la motorul de antrenare, poate fi scris şi sub forma :

$$K = \frac{n_1}{\sqrt{\frac{M_p}{\eta_m \, \eta_{vol}}}}. \tag{5}$$

Din cele de mai sus rezultă că dacă se vor analiza factorii care determină valorile momentelor de rotaţie M_p şi M_t, vom cunoaşte elementele care influenţează valorile coeficientului K şi deci asupra cui vor fi necesare intervenţii pentru schimbarea lui în raport cu necesităţile impuse de diferite domenii de aplicare.

În figura 7 sînt arătate triunghiurile de viteză la intrarea şi ieşirea din rotorul pompă, rotorul

turbină şi aparatele directoare. În afara notaţiilor din figura 7 se mai utilizează şi următoarele :

rotorul pompă

S_p suprafaţa secţiunii de ieşire ;
D_p diametrul la ieşire ;
b_p lăţimea secţiunii de ieşire ;
ρ_p influenţa prezenţei paletelor asupra suprafeţei secţiunii de ieşire ;

rotorul turbină

S_{t1}, S_{t2}, şi S_{t3} suprafeţele secţiunilor de ieşire pentru cele trei trepte ale tubinei ;
D_{t1}, D_{t2}, şi D_{t3} diamertrii la ieşire pentru cele trei trepte ale turbinei ;
b_{t1}, b_{t2}, şi b_{t3} lăţimile secţiunilor de ieşire pentru cele trei trepte ale turbinei ;
ρ_{t1}, ρ_{t2} şi ρ_{t3} influenţa prezentei paletelor asupra suprafeţei secţiunilor de ieşire pentru cele trei trepte ale turbinei ;
M_{t1}, M_{t2}, M_{t3} momentele de rotaţie ale celor trei trepte ;

aparatul director

S_{ad1} şi S_{ad2} suprafeţele secţiunilor de ieşire pentru cele două trepte ale aparatului director ;
D_{ad1} şi D_{ad2} diametrii la ieşire pentru cele două trepte ale aparatului director ;
b_{ad1} şi b_{ad2} lăţimile secţiunilor de ieşire pentru cele două trepte ale aparatului director ;
ρ_{ad1} şi ρ_{ad2} influenţa prezenţei paletelor asupra suprafeţei de ieşire, pentru cele două trepte ale aparatului director.

Momentul de rotaţie M_p, preluat de convertizorul hidraulic, se poate scrie sub forma :

$$M_p = \frac{\gamma Q}{2g}\,(v_{pu}\,D_p - v'_{pu}\,D'_p) \qquad (6)$$

admiţînd că :

$$v'_{pu}\cdot D'_p = v_{t3u}\,D_{t3},\ \text{rezultă :}$$

$$M_p = \frac{\gamma Q}{2g}\,(v_{pu}\,D_p - v_{t3u}\cdot D_{t3}).$$

Înlocuind în relaţia (6) valorile v_{pu} şi v_{t3u} cu expresiile :

$$v_{pu} = u_p - \frac{Q}{S_p}\,\text{cotg}\,\beta_p$$

$$v_{t3u} = u_{t3} - \frac{Q}{S_{t3}}\,\text{cotg}\,\beta_{t3}$$

rezultă :

$$M_p = \frac{\pi\gamma}{2\cdot 60\cdot g}\,(D_p^2\,n_p - D_{t3}^2\cdot n_t)Q -$$

$$-\frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\text{cotg}\,\beta_p}{b_p\,\rho_p} - \frac{\text{cotg}\,\beta_{t3}}{b_{t3}\cdot\rho_{t3}}\right)Q^2 \qquad (7)$$

$$\boxed{k_{1p}\,Q^2 - k_{2p}\,Q + M_p = 0} \qquad (8)$$

Momentul de rotaţie a turbinei se poate calcula cu relaţiile :

$$M_t = M_{t1} + M_{t2} + M_{t3} \qquad (9)$$

$$M_{t1} = \frac{\gamma Q}{2g}\,(v'_{t1u}\cdot D'_{t1} - v_{t1u}\cdot D_{t1})\cdot \qquad (10)$$

Admiţînd că $v'_{t1u}\,D'_{t1} = v_{pu}\,D_p$ şi ştiind că:

$v_{t1u} = u_{t1} - \dfrac{Q}{S_{t1}}\,\text{cotg}\,\beta_{t1}$, rezultă :

$$M_{t1} = \frac{\pi\gamma}{2\cdot 60\cdot g}\,(D_p^2\,n_p - D_{t1}^2\,n_t)\,Q -$$

$$-\frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\text{cotg}\,\beta_p}{b_p\,\rho_p} - \frac{\text{cotg}\,\beta_{t1}}{b_{t1}\cdot\rho_{t1}}\right)Q^2$$

$$\boxed{k_1 t_1\,Q^2 - k_{2t1}\,Q + M_{t1} = 0} \qquad (12)$$

$$M_{t2} = \frac{\gamma Q}{2g}\,(v'_{t2u}\,D'_{t2} - v_{t2u}\,D_{t2})\cdot \qquad (13)$$

Admiţînd că $v'_{t2u}\,D'_{t2} = v_{ad1u}\,D_{ad1}$ şi ştiind că :

$v_{t2u} = u_{t2} - \dfrac{Q}{S_{t2}}\,\text{cotg}\,\beta_{t2}$, rezultă :

$$M_{t2} = \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\text{cotg}\,\alpha_{ad1}}{b_{ad1}\cdot\rho_{ad1}} + \frac{\text{cotg}\,\beta_{t2}}{b_{t2}\,\rho_{t2}}\right)Q^2 -$$

$$-\frac{\pi\gamma}{2\cdot 60\cdot g}\,D_{t2}^2\,n_t\,Q \qquad (14)$$

$$\boxed{k_{1t2}\,Q^2 - k_{2t2}\,Q - M_{t2} = 0} \qquad (15)$$

$$M_{t3} = \frac{\gamma Q}{2g}\,[v'_{t3u}\,D'_{t3} - v_{t3u}\,D_{t3}] \qquad (16)$$

Admiţînd că $v'_{t3u}\ D'_{t3} = v_{ad2u}\ D_{ad2}$ şi ştiind că :

$$v_{t3u} = u_{t3} - \frac{Q}{S_{t3}} \operatorname{cotg} \beta_{t3}, \text{ rezultă :}$$

$$M_{t3} = \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{cotg} \alpha_{ad2}}{b_{ad2} \cdot \rho_{ad2}} + \frac{\operatorname{cotg} \beta_{t3}}{b_{t3}\ \rho_{t3}}\right) Q^2 - \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g} D_{t3}^2\, n_t\, Q \qquad (17)$$

$$\boxed{k_{1t3}\, Q^2 - k_{2t3}\, Q - M_{t3} = 0} \qquad (18)$$

Însumînd valorile din relaţiile (11), (14) şi (17) rezultă :

$$M_t = \frac{\pi\gamma}{2 \cdot 60 \cdot g}\,[D_p^2\, n_p - (D_{t1}^2 + D_{t2}^2 + D_{t3}^2) n_t]\, Q - \frac{\gamma}{2\pi g}\left(\frac{\operatorname{cotg} \beta_p}{b_p \cdot \rho_p} - \frac{\operatorname{cotg} \beta_{t1}}{b_{t1}\ \rho_{t1}} - \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{ad1}}{b_{ad1} \cdot \rho_{ad1}} - \frac{\operatorname{cotg} \beta_{t2}}{b_{t2}\ \rho_{t2}} - \frac{\operatorname{cotg} \alpha_{ad2}}{b_{ad2}\ \rho_{ad2}} - \frac{\operatorname{cotg} \beta_{t3}}{b_{t3}\ \rho_{t3}}\right) Q^2 \qquad (19)$$

$$\boxed{k_{1t}\, Q^2 - k_{2t}\, Q + M_t = 0} \qquad (20)$$

Relaţiile (7) şi (19) trebuie să fie verificate pentru aceeaşi valoare a debitului Q şi în consecinţă pentru a cunoaşte valorile coeficientului K din relaţia (2), trebuie să se analizeze împreună aceste relaţii. În funcţie de valorile pe care le impune coeficienţilor K şi k în raport cu n_t/n_p şi a obţinerii unor randamente cît mai ridicate, se vor putea influenţa momentele M_p şi respectiv M_t, prin alegerea unor mărimi geometrice scoase în evidenţă de relaţiile (7) şi (19). Plecînd deci de la analiza ansamblului instalaţiei de foraj se pot determina parametrii funcţionali optimi ce pot fi solicitaţi de la convertizorul hidraulic de cuplu, în vederea integrării lui cît mai raţional în ansamblul din care face parte. Parametrii funcţionali necesari (M_p, M_t k, η) pot fi introduşi în relaţiile (7) şi (19), rezultînd o geometrie corespunzătoare pentru circuitul hidraulic care conduce la asigurarea unui debit Q al lichidului de lucru din interiorul convertizorului în vederea transmiterii puterii şi amortizarea şocurilor şi vibraţiilor torsionale.

O asemenea analiză se poate face şi pentru convertizoarele de cuplu cu o treaptă.

2. Acţionarea electrohidraulică

Această acţionare s-a născut din ideea îmbinării avantajelor tehnico-economice pe care le oferă convertizoarele hidraulice în cadrul instalaţiilor de foraj şi alimentarea de la reţea a instalaţiilor de foraj cu acţionare electrică. Un alt avantaj, care este specific acţionărilor electrohidraulice realizate în R. S. România este posibilitatea transformării instalaţiilor de foraj diesel-hidraulice în electro-hidraulice prin simpla înlocuire a motoarelor diesel şi a convertizoarelor hidraulice de cuplu cu trei trepte cu palete fixe, prin motoare asincrone în scurtcircuit şi convertizoare hidraulice de cuplu cu trei trepte cu palete reglabile. Acestea se obţin din cele cu trei trepte cu palete fixe, prin modificare numai a motorului pompă şi a părţii de intrare a convertizorului. În acest mod se realizează un maximum de unificare între instalaţiile cu acţionare diesel-hidraulică şi cele cu acţionare electrohidraulică, avantajoasă atît pentru executanţii instalaţiilor de foraj, cît şi pentru beneficiarii lor.

Aceste instalaţii în afara importantului avantaj tehnico-economic realizat prin alimentarea de la reţea (reducerea cu 10—15% a costului pe metru forat), păstrează şi avantajele utilizării convertizoarelor hidraulice de la instalaţiile diesel hidraulice (amortizarea şocurilor prin adaptarea instantanee în raport cu şocurile create de consumator, şi în plus posibilitatea variaţiei turaţiei la masa rotativă pînă la zero chiar şi pentru momente rezistente foarte mici. Aceste acţionări sînt utilizate în R. S. România pentru instalaţii de foraj de medii adîncimi.

Evident că şi la acţionările electro-hidraulice se ridică problema utilizării la maximum a puterii instalate, în cazul funcţionării în paralel a mai multor grupuri motoare asincrone în scurtcircuit — convertizoare hidraulice. În acest caz o posibilitate de egalizarea puterilor preluate de la motoarele electrice se poate realiza prin egalizarea curenţilor motoarelor electrice. Aceste dispozitive trebuie să acţioneze asupra distribuitorului hidraulic al servomotorului care comandă deschiderea şi închiderea paletelor. În funcţie de poziţia paletelor se determină diferitele puteri ce pot fi preluate de la motoarele electrice şi în consecinţă se poate realiza egalizarea lor.

În figura 8 sînt indicaţi coeficienţii K şi k precum şi randamentul η (pentru deschiderea maximă a paletelor) ale convertizorului CHC 650-P (500 kW, 1 480 rot/min) linia punctată din această diagramă reprezintă randamente pentru deschideri parţiale ale paletelor. Se remarcă faptul că zona randamentelor maxime se realizează pentru $n_2/n_1 = 0{,}5$, ceea ce reprezintă o valoare de 740 rot/min la ieşire, valoare bună pentru asigurarea unei fiabilităţi ridicate a transmisiilor cu lanţ. Pentru domeniile de utilizare cu randamente $\eta \geqslant 0{,}7$ se obţin rapoarte $n_2/n_1 = 0{,}27—0{,}64$ respectiv turaţii la ieşirea din convertizor cuprinse între : 400 rot/min şi 950 rot/min, care sînt de asemenea bune pentru funcţionarea lanţurilor cu role în

condiţii optime. Convertizorul CHC 650-P este astfel dimensionat, încît la blocarea turbinei poate să transmită o putere de 900 CP şi un moment de circa 600 kgm cu paletele complet deschise. În figura 9 sînt prezentate puterile preluate de convertizorul CHC 650-P pentru $n_1 = 1\,480$ rot/min şi $n_2 = 0$ la diferite deschideri ale paletelor, precum şi rapoartele de amplificare ale momentelor realizate pentru aceste deschideri.

Instalaţiile electro-hidraulice pot fi echipate cu grupuri motopompă cu acţionare electrohidraulică, care au ca motoare de acţionare tot motoare asincrone în scurtcircuit de 1 000 rot/ /min cuplate cu turboambreiaje cu umplere variabilă TAV-850 (800—1 000 CP la 1000 rot/ /min). Evident că grupurile motopompă pot fi realizate şi în varianta cu convertizoare hidraulice cu palete reglabile, în funcţie de cerinţele forajului şi unele aspecte tehnico-economice specifice şantierelor petrolifere.

Din analiza efectuată asupra acţionărilor diesel-hidraulice şi electrohidraulice, rezultă că utilizarea motoarelor diesel cu turaţii cuprinse între 1 400—1 500 rot/min, pentru instalaţii de foraj staţionare, este foarte raţională scoţîndu-se în evidenţă printre altele :

— posibilitatea realizării unor instalaţii de foraj cu transmisii cu lanţuri cu role cu o fiabilitate ridicată realizată prin introducerea convertizoarelor hidraulice de cuplu cu trei trepte ce asigură turaţii convenabile la ieşire şi o construcţie robustă ;

— posibilitatea transformării instalaţiilor diesel-hidraulice în electrohidraulice şi invers, numai prin simpla înlocuire a grupurilor de acţionare.

Extinderea acţionărilor diesel-hidraulice pentru domeniul puterilor 1 300—1 500 CP, va lărgi sfera de aplicaţie a acestora cu avantajele tehnico-economice bine cunoscute în utilajul petrolier pe plan mondial.

Dr. eng. I. ADAMACHE

Improved subsurface oilwell pumps, without metallic liners

After the well natural flowis ceasing, the fluid lifting to the surface is done by means of artificial lifting systems among which the sucker rod pumping is the widest used. Thus, in Romania, this system is applied to more than 85% production wells and in countries like the U.S.A. and the Soviet Union, having a greater well production, there is a similar state.

The pumping system parameters and the surface and subsurface equipment (the pump proper included) are chosen function of the fluid rate, Q, which must be removed from an L depth and fluid characteristics (water — oil ratio, corroding agents —H_2S, CO_2, O_2 chlorines etc. — gas oil ratio, suspension sand etc.).

In practice, the operators must dispose of equipments that may be used under the different well conditions mentioned above. In the following lines, we shall analize from the subsurface equipment component elements, the subsurface pumps.

The corroding agents presence in the fluid removed, as well as the presence of gas and eventually combined with solid contaminants — sand etc. — or mud, may cause difficult solving problems, related mainly to the pump life. In the combinations mentioned above which can be met at productive pumping wells, the corroding phenomena are more frequent, taking into account the fact that the water injection in a resevoir is being widely applied with a view to the final recovery factor increase.

When pumping fluids having a corroding character exist, one notices short pump lives, taking place frequent production well stoppings to replace the corrodated parts with new or reconditioned ones, what determines great material consumptions, production loss and supplementary charges due to the workovers.

Studies for improving the pumping well state concern big oil producing countries such as the Soviet Union and the U.S.A., mentioning for example work [8], which analyses aspects regarding each subsurface pump part of R type, emphasizing the fact that the long liners (barrels) are the most expensive.

In the following lines we present both the main conventional subsurface oil well pump types and some improved ones, without metallic liners proper, for the pumping conditions mentioned above.

I. Conventional subsurface oilwell pumps

The main conventional pump types are : R or T, both having a plunger-liners couple made up of metallic parts, characterized by the liners length which is bigger than the plunger length ; both the plunger and the pump have ball and seat valves. Both types have, mostly often, the cyllinder made up of several liners, their main difference being that for T type, the pump body is run with the tubing and the plunger with the sucker rods, while for R type, the pump is run with the sucker rods.

Besides these two main pump types which are in greater use, there are some others (most of them being manufactured of metallic parts) which have a special destination (for great oil ratio fluids, sand suspensions etc.).

For the two main pump types mentioned, the longer the liners of the pump cylinder are (what requires special manufacturing technologies), the more advantageous the situation is because for the some pump length, the sealing surfaces between liners are less.

The mounting of these pumps requires aligning plungers and liners clamping forces must have a certain value function of same factors (the conditions the pump will work, liner size and kind etc.).

The inadequate liner chosing or the inobservance of their mounting conditions (clamping forces included) will determine an insatisfactory pump working which can be observed at shop verifying before running it in the well. Besides, because of the serpentine forces which appear at the tubing during the sucker rods upstroke a plunger dipping in the deep pump may take place which may cause high wears of the plunger-liners couple [9, 10, 11].

The handling and transport of these pump types, supposes taking into account some conditions for avoiding the appearence of phenomena harming for their working liners decentration.

The great diversity of the types manufactured, there existing several sorts and at least 9 piston diameters for each liner sort, complicates the mounting shop activity and requires a sensitive control apparatus and a trained staff for everyday measurements.

Because the pump liners can be manufactured by different procedures being diversified by their nature, for example cemented steel liners, chromed, nitrated etc. or of cast-iron of different types, the methods of opperation and supply have a particular complexity.

Consequently, in the mounting shops in the leases there must exist stocking, behaviour verifying and technical and economical evidence possibilities for each applied sortiment what implies a corresponding trained staff for these activities.

In practice the operators must have sorts of pumps which to be used in different conditions met in the wells.

Among them, the presence of corroding agents in the fluid removed in combination with that of gas and probably with sand and mud, may determine difficult solving problems, related to the pump life. In all the combinations mentioned, the corroding phenomena are more frequent, taking into account the fact the water injection in a reservoir is being largely applied with a view to the final recovery factor increase.

II. Considerations regarding the conventional deep pump working

The researches made in Romania on the deep sucker rod pumping wells using analogical and numerical electronical computers, permitted the pointing out of some phenomena taking place during subsurface pumps working one cannot get information by thorough observations, about.

Among these, mention should be made of plunger speed variation in a pumping cycle, which because of the complex phenomena produced by the forces which develop themselves at this level (oscillation and friction forces etc.) presents great variations as against those of polished rod. Besides, one can notice that the extreme speed of the plunger have a bigger absolute value in comparison with those of polished rod.

In these conditions, at the conventional pumps the fluid loss at the plunger-liners couple has a significant importance, and the existence of some solid impurity particles — sand etc. — in the fluid which circulates between plunger and liners, may be the cause of some important wears [1, · · ·,5].

Numerous wells have been investigated by an analytical approach [1, 3, 4], using dynamometer cards taken at wells whith data were worked out by digital computers. These wells were investigated by the above mentioned approach when they were producing without changing the state met (pumping practice parameters — S, n etc., — rod string structure, pump fixing depth etc.).

Comparing the speed curves drawn for the polished rod and plunger results the important variation which is obtained at the plunger in such cases all the aferent consequences regarding pump working (fluid loss around the plunger etc.).

Concluding, the cases presented show that the fluid loss between plunger and liners at the conventional pumps are produced in the conditions. The fluid losses mentioned and aferent consequences of this phenomenon, can be avoided by using pumps without metallic liners, plastic self-sealed.

III. Deep pumps without metallic liners

The deep pumps without metallic liners have as main parts of metallic plunger and a self-sealing, with a plastic sets and separators, which forms a self-sealing element; this joint is meant to replace the metallic liners (cast-iron, steel). They have also suction and discharge valves of ball and seat type, fixing parts, casing etc. function of the respective pump type, parts similar to those from the conventional pumps.

The joint in the first self-sealing element at the plunger upstroke is changed by fluid column, deforms elastically and seals on the plunger outer smooth surface. After a number of pumping cycles the mentioned joint wears and then starts working the following one in the second self-sealing element etc., the pump

life depending on the self-sealing element number.

At the plunger downstroke takes place a pressure increasing in the pump, under the plunger, which is transmitted in the self-sealing joint, this causing plunger valve, opening and returning of the active packing piece to

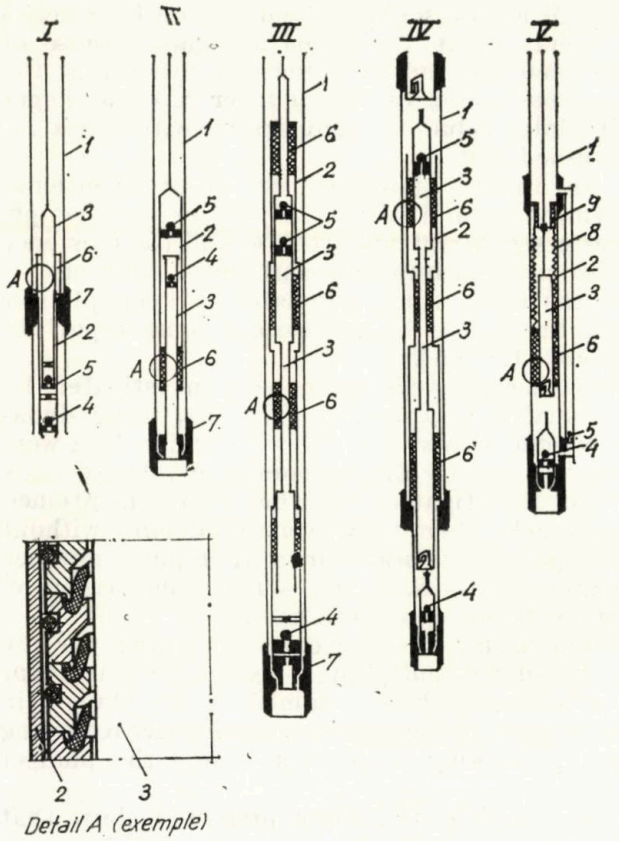


Fig. 1. Deep well pumps with self-sealing assembly (exemples) :

I – R type pump; *II* – RMC type pump; *III* – great gas-ratio pump; *IV* – multiple suction T type pump; *V* – solid impurity particles pump; *1* – tubing pipe; *2* – borrel; *3* – plunger; *4* – suction valve; *5* – discharge valve; *6* – self- sealing element (with elastic pieces); *7* – fixing device; *8* – elastic coupling; *9* – filter.

its initial position the plunger running easily down.

Several main pump types conceived, all without metallic liners, figure 1 showing some examples.

– *R* and *T* for corroding and normal fluids ;

– with a mobile cylinder and a fixed plunger for fluids with suspension sand ;

– for wells with a great gas-oil ratio ;

– for big rates (having a multiple suction) superior to those which can be obtained with the some sized conventional pumps ;

– for wells which remove fluids with mud and solid impurities.

The main advantages of these pumps besides the replacing of metallic liners are :

– easy mounting, both the coaxial centring with alignment plungers and precise measurements at the metallic liners not being necessary ;

– the elimination of metal-metal friction between plunger and liners as well as of the corroding phenomena appearing at the mentioned couple made of metallic parts ;

– the elimination of fluid loss between plunger and liners at the upstroke-which are unavoiding at the pumps having a plunger-liners couples of metallic parts ;

– the elimination of difficult mechanical workings, the pumps without metallic liners admitting bigger manufacturing tolerance ;

– the elimination of the intermediate plungers (–5, –5, +1, –1, +3, +5 etc. mil. in) and of all the intermediate metallic liners (–40, –20, +20, +40 mil. in), for the same pump size, there being left only the nominal size, by this elimination of plunger steps and liners range, the manufacturing, leases supply process and shops endowment for pump mounting are simplifyed ;

– the elimination of the afferent consequences of plunger dipping in the pump – abnormal wears etc. – phenomena which appears as a result of the tubing string serpentine (when a tubing guy rope is not used) at the rod upstroke ;

– the elimination or reducing plunger sticking frequency at the metallic liners and of all their consequency.

These advantages lead to the subsurface pump life increasing, well drive index increase, fluid discharge increase and the diminution of the expenses for each ton.

IV. Main results obtained in leases

In the following lines we present some main results obtained when using pumps for removing some fluids corroding in character. The conditions in which they have been applied varied from lease to lease, for example the pump fixing depths varying between 600 and than 2,000 m, stroke length between 1.5–3 m, and stroke/minute number varying from 6–14 stroke/minute. The pump type largely used was R 2 7/8 and 1 1/2 in [20].

Practically, in all the cases it has been noticed a substantial increasing of the pump life reaching, in corroding conditions, periods of more than 300 days. Besides, in a lease one completed several tens of wells with these pumps, in the removed fluid being corroding agents like : H_2S, CO_2, chlorines etc. that leads to the short conventional pump life – obtaining substantial increasings of the mentioned period savings of metallic parts (liners etc.) the elimination of the depth overhauling and the obtaining of supplementary oil quantity.

The aplication of these pumps on the interrupted recovery wells, gives the possibility

to be mentioned the pressure exerted by the fluid column at the upstroke on the active packing piece the unit being stopped during the upstroke. In this way, in the space under the plunger the well pressure value is left during the rest, and on the suction valve joint and on the other component parts (the threads included) the mentioned pressure is exerted, which has a relatively reduced value, so that these parts life may be longer, because of the reduced strains of the mentioned parts.

At the conventional pumps, at the stopping, of the unit, the pressure is equalized in time due to the ring-like space existing between plunger and liners, and on the suction — valve joint and on the other parts (the threads included) the existent pressure is exerted above the plunger, which is bigger than the well pressure, so that in time can appear parts leakage (the threads included) strained in the way showed above.

Conclusions

From the results obtained so far by applying the pumps without metallic liners we detach the following conclusions :

1. When the sucker-rods deep well pumping implies some increased fluid quantities removing — as a result of water injection extension for final recovery factor increase — from bigger and bigger depth, with corroding agents, the elimination of metallic liners from the clasic plunger-liners couple and their replacement with a self-sealing joint with plastic sets, has the advantage of eliminating the corroding phenomena at the above mentioned couple, which led to : short pump lives, great metallic liners consumption, frequent overhaulings at wells and production loss.

2. The researches made in our country on some wells completed with conventional pumps using analogical and numerical electronic computers showed great variations of plunger speed compared to that of the polished rod what may contribute to a better knowing of the working of the pumps mentioned and to a certain extend it explains the short lives which are sometimes taking place.

3. The results of applying these pumps is the oil leases at tens of wells with a corroding character showed possibilities of increasing the pump lives and obtaining some important technico-economical advantages (the elimination of some deep overhaulings, metallic parts consumption decrease, getting some suplimentary oil quantities, well recovery ratio increase the cutting costs per recovered ton of oil).

4. It is necessary to make sustained efforts for the diversification of this pump manufacturing with a view to completing all the oil leases with a great range, in order to satisfy rhe different conditions met in the practice of recovering wells with this method.

BIBLIOGRAPHY

[1] Adamache, I. *Cercetări analitice şi de modelare electronică asupra pompajului de mare adîncime cu prăjini*, Buc. 1963, dizertaţie pentru obţinerea titlului de doctor inginer efectuată la Institutul de petrol, gaze şi geologie (IPGG) din cadrul Ministerului Invăţămîntului şi autoreferatul lucrării publicat în 1963.

[2] Adamache, I., Nicolau, E., Brătianu, R., Tihon, N. *Cercetări asupra pompajului de mare adîncime efectuate cu ajutorul unui calculator analogic*", al 8-lea Congres Mondial al petrolului, Moscova, 15—19 iunie 1971.

[3] Adamache, I. *Imbunătăţirea exploatării sondelor în pompaj de adîncime cu prăjini. Fascicula* 1, C.P.P., Buc. 1972.

[4] Adamache, I. *Imbunătăţirea exploatării sondelor în pompaj de adîncime cu prăjini. Fascicula* 2 (text şi anexe) şi 3 (text şi anexe), C.P.P., Buc., 1973.

[5] Adamache, I., Nicolau, E., Brătianu, R. şi Tihon, N. *Cercetarea regimului de exploatare la sondele în pompaj cu prăjini prin modelare electronică.* Revista Petrol şi Gaze nr. 6 — 1974.

[6] Ioachim, Gr. *Extragerea petrolului şi gazelor*, Ed. tehnică, Buc. 1965.

[7] Drăgotescu, N. D. *Pompajul sondelor de ţiţei*, Ed. tehnică, Buc. 1961.

[8] Brown, J. B. *How to cut pump-repair costs.* The Oil and Gas Journal, June, 7, 1971, p. 62.

[9] Drăgotescu, N. D. *Pompajul de adîncime. Curs de perfecţionare şi specializare a cadrelor cu pregătire superioară din industria de foraj şi extracţie a petrolului (vol. III)*, Centrul de documentare al industriei petrolului şi chimiei, Bucureşti, 1964.

[10] Lubinski, A. *Helical Buckling of Tubing Sealed in Packers.* Journal of Petroleum Technology, 1962.

[11] Lubinski, A. şi Blinkarn, K. A. *Buckling of Tubing in Pumping Wells, its Effects and Means for Controlling it. Trans.* AIME Petroleum Development and Technology, 210, New York, 1957.

[12] *Pompă cu piston pentru sonde adînci.* Brevet de invenţie nr. 48904 publicat la 9 sept. 1965, înregistrat cu nr. 49006 la 31 dec. 1964.

[13] *Dispozitivul de cuplare în sonde a garniturii de prăjini de pompare la pistonul pompei.* Brevet de invenţie nr. 51954 publicat la 27 mai 1969, înregistrat cu nr. 58559 la 18 dec. 1968.

[14] *Pompă de adîncime pentru debite mari.* Brevet de invenţie nr. 53437 publicat la 14 oct. 1970, înregistrat cu nr. 60111 din 29 mai 1969.

[15] *Pompă de adîncime pentru extras lichide cu gaze.* Brevet de invenţie nr. 53438 publicat la 14 oct. 1970, înregistrat cu nr. 60746 din 6 aug. 1969.

[16] *Pompă de adîncime cu cilindrul mobil şi pistonul fix.* Brevet de invenţie nr. 53279 publicat la 6 oct. 1970, înregistrat cu nr. 60736 din 6 aug. 1969.

[17] *Ansamblu de autoetanşare.* Brevet de invenţie nr. 53282 publicat la 6 oct. 1970, înregistrat cu nr. 61556 la 12 nov. 1969.

[18] *Pompă de adîncime pentru extras lichide cu impurităţi solide în suspensie.* Brevet de invenţie nr. 53285 publicat la 24 sept. 1970, înregistrat cu nr. 62006 la 29 dec. 1969.

[19] *Pompă cu piston pentru sonde adînci* (complementar la invenţia nr. 48904). Brevet de invenţie nr. 57141 publicat la 20 marite 1971, înregistrat cu nr. 63764 din 27 iunie 1970.

[20] Brătianu R. şi Petre N. *Extinderea pompelor de extracţie fără cămăşi metalice prevăzute cu ansamblu de autoetanşare cu garnituri manşete elastice.* ICPPG-Cîmpina 1971 and 1972.

Dr. ing. I. ADAMACHE

Pompe de adîncime perfecţionate, fără cămăşi metalice

După încetarea perioadei de erupţie naturală a sondelor, ridicarea lichidului la suprafaţă se realizează prin aplicarea unor sisteme de liftare artificială, dintre care, pompajul de adîncime cu prăjini este cel mai răspîndit. Astfel, în ţara noastră, acest sistem se aplică la peste 85% din totalul sondelor în producţie, iar în ţări mari producătoare de ţiţei, ca S.U.A. şi U.R.S.S., situaţia este practic similară.

Parametrii sistemului de pompaj şi echipamentul de suprafaţă şi de adîncime (inclusiv tipul de pompă adecvat) se aleg în funcţie de debitul de lichid, Q, care trebuie extras de la o adîncime, L, şi de caracteristicile fluidului (raţia apă/ţiţei, prezenţa de agenţi corozivi — H_2S, CO_2, O_2, cloruri etc. — raţia gaze/ţiţei prezenţa nisipului în suspensie etc.

În practică, operatorii trebuie să dispună de echipamente care să poată fi folosite în diferitele condiţii întîlnite în sonde, enumerate mai înainte. Din elementele componente ale echipamentului de adîncime, în cele ce urmează se vor analiza pompele de extracţie.

Prezenţa agenţilor corozivi în fluidul extras combinată cu cea a gazelor şi eventual în combinaţie cu impurităţi solide — nisip etc. — sau noroi, poate pune probleme dificile de soluţionat, legate îndeosebi de durata de funcţionare a pompelor. În combinaţiile menţionate, care pot fi întîlnite la exploatarea sondelor în pompaj, fenomenele de coroziune sînt mai frecvente ţinînd seama şi de faptul că actualmente se aplică pe scară mare injecţia de apă în zăcămînt în scopul creşterii factorului final de recuperare.

La pomparea fluidelor cu caracter coroziv se înregistrează durate scurte de funcţionare a pompelor, avînd loc frecvente opriri ale sondelor din producţie pentru înlocuirea pieselor corodate cu altele noi sau recondiţionate, ceea ce cauzează consumuri mari de asemenea materiale, pierderi de producţie şi cheltuieli suplimentare datorită intervenţiilor [1,6,7,9] (vezi versiunea engleză).

Preocupări pentru îmbunătăţirea situaţiei sondelor în pompaj se întîlnesc şi în ţări mari producătoare de ţiţei ca U.R.S.S. şi S.U.A., menţionînd de exemplu lucrarea [8], în care se examinează aspecte legate de fiecare piesă a pompelor de extracţie de tip P scoţîndu-se în evidenţă faptul că dintre ele cele mai scumpe sînt cămăşile lungi.

În cele ce urmează se prezintă, atît tipurile principale de pompe de adîncime convenţionale, cît şi unele perfecţionate, fără cămăşi metalice, adecvate condiţiilor de pompaj menţionate mai înainte.

I. Pompe de adîncime convenţionale

Principalele tipuri de pompe convenţionale sînt : P sau TB, ambele avînd un cuplu piston-cămăşi format din piese metalice, caracterizat prin aceea că lungimea cămăşilor este mai mare decît lungimea pistonului ; atît pistonul cît şi pompa propriu-zisă sînt prevăzute cu supape constituite din scaun şi bilă. Ambele tipuri au, în majoritatea cazurilor, cilindrul format din mai multe cămăşi, diferenţa principală dintre ele constînd în faptul că la tipul TB, corpul pompei se introduce cu ţevile de extracţie, iar pistonul cu prăjinile de pompare în timp ce la tipul P, pompa completă se introduce cu prăjinile de pompare.

În afară de aceste două tipuri de pompe principale care, după cum s-a arătat mai înainte au o mare extindere, există şi altele (majoritatea fiind construite din piese metalice), care au destinaţii speciale (pentru fluide cu raţie mare de gaze, cu nisip în suspensie etc.). La cele două tipuri principale de pompe menţionate, cu cît cămăşile care formează cilindrul pompei sînt mai lungi, ceea ce de altfel necesită tehnologii de fabricaţie speciale, cu atît situaţia este mai avantajoasă întrucît, la aceeaşi lungime de pompă, suprafeţele de etanşare dintre cămăşi sînt mai puţine.

Montarea acestor pompe necesită pistoane de aliniere, iar forţele de strîngere a cămăşilor în pompă trebuie să aibă o anumită valoare, funcţie de o serie de factori (condiţiile în care va lucra pompa, dimensiunile şi natura cămăşilor etc.). Sortarea necorespunzătoare a cămăşilor sau nerespectarea condiţiilor de montare a acestora (inclusiv a forţelor de strîngere), va duce la o funcţionare nesatisfăcătoare a pompei, ceea ce se poate depista şi la probele care se fac în atelier, înainte de introducerea în sondă. În plus, din cauza forţei de *şerpuire* care apare la ţevile de extracţie în timpul cursei ascendente a prăjinilor de pompaj, poate avea loc o înclinare a pistonului în pompa de adîncime care poate cauza uzuri accentuate cuplului piston-cămăşi.

Manipularea şi transportul acestor tipuri de pompe, presupune respectarea unor condiţii prin care să se evite producerea de fenomene dăunătoare funcţionării lor.

Diversitatea mare a sortimentelor în fabricaţie, existînd mai multe game de cămăşi şi cel puţin 9 trepte de diametre de pistoane la fiecare gamă de cămăşi, complică activitatea atelierelor de montaj şi necesită o aparatură de control de mare precizie şi un personal calificat pentru efectuarea zilnică a măsurătorilor.

Întrucît cămăşile de pompă pot fi fabricate prin diverse procedee, diferenţiindu-se prin natura acestora, ca de exemplu cămăşi de oţel cimentate, cromate, nitrurate etc. sau din fontă de diferite tipuri, procesele de fabricaţie şi de aprovizionare prezintă o complexitate deosebită. Ca urmare, în atelierele de montaj din schele

trebuie să existe posibilităţi de stocare, de urmărire a comportării şi de evidenţe tehnice şi economice separate pentru fiecare tip aplicat, ceea ce presupune un personal calificat corespunzător pentru aceste activităţi.

În practică, operatorii trebuie să dispună de o gamă de pompe care să poată fi folosită în diferitele condiţii întîlnite în sonde, care au fost menţionate mai înainte. Dintre acestea, prezenţa agenţilor corozivi în fluidul extras combinată cu cea a gazelor şi eventual cu existenţa nisipului sau noroiului pot pune probleme dificile de soluţionat, legate îndeosebi de durata de funcţionare a pompelor. În toate combinaţiile menţionate, fenomenele de coroziune sînt mai frecvente, ţinînd seama şi de faptul că actualmente se practică pe scară extinsă injecţia de apă în zăcăminte pentru creşterea factorului final de recuperare.

II. Consideraţii cu privire la funcţionarea pompelor de adîncime convenţionale

Cercetări efectuate în ţara noastră asupra sondelor exploatate prin pompaj de adîncime cu prăjini folosindu-se calculatoare electronice analogice şi numerice au permis punerea în evidenţă a unor fenomene care au loc în timpul funcţionării pompelor de extracţie şi asupra cărora nu pot fi obţinute informaţii prin observaţii directe. Dintre acestea, se menţionează variaţia vitezei pistonului într-un ciclu de pompaj, care din cauza fenomenelor complexe produse de forţele care se dezvoltă la acest nivel (forţe de oscilaţie, frecare etc.) prezintă variaţii mari în raport cu cea a prăjinii lustruite. În plus, se poate observa că la piston, vitezele extreme sînt mai mari în valoare absolută faţă de cele de la prăjina lustruită. În aceste condiţii, la pompele convenţionale pierderile de lichid la cuplul piston-cămăşi prezintă o deosebită semnificaţie, iar existenţa unor particule de impurităţi solide — nisip etc. — în fluidul care circulă între piston şi cămăşi, poate iniţia şi cauza uzuri importante.

Numeroase sonde s-au cercetat cu ajutorul unei metode analitice [1,3,4] folosind dinamometrări efectuate la sonde ale căror date au fost prelucrate cu calculatoare electronice numerice. Aceste sonde au fost cercetate prin metoda menţionată în situaţia în care produceau fără a li se schimba situaţia întîlnită (parametrii regimului de pompaj — S, n etc. —componenţa garniturii de prăjini, adîncimea de fixare a pompei etc.).

Din compararea curbelor de viteză obţinute la prăjina lustruită şi respectiv la piston, reiese variaţia importantă care se înregistrează la piston în asemenea cazuri cu toate consecinţele aferente în privinţa funcţionării pompei (pierderi de lichid pe lîngă piston etc.).

În concluzie, cele cîteva cazuri prezentate arată că pierderile de lichid între piston şi cămăşi la pompele convenţionale se produc în condiţiile unor variaţii apreciabile ale vitezei pistonului. Pierderile de lichid menţionate şi consecinţele aferente acestui fenomen pot fi evitate prin utilizarea pompelor fără cămăşi metalice, prevăzute cu ansamblu de autoetanşare cu garnituri din mase plastice.

III. Pompe de adîncime fără cămăşi metalice

Acestea au ca piese principale un piston metalic şi un ansamblu de autoetanşare, prevăzut cu garnituri din masă plastică şi distanţiere, o pereche din acestea formînd un element de autoetanşare; ansamblul respectiv are rolul să înlocuiască cămăşile metalice (din fontă, oţel). De asemenea, ele sînt prevăzute cu supape de aspiraţie şi refulare de tip scaun cu bilă, piese de fixare, manta etc., în funcţie de tipul pompei respective, piese similare cu cele de la pompele convenţionale.

Garnitura din primul element de autoetanşare, la cursa ascendentă a pistonului este solicitată de coloana de lichid, se deformează elastic şi etanşează pe suprafaţa exterioară netedă a pistonului. După un număr important de cicluri de pompaj, garnitura menţionată se uzează şi atunci intră în funcţiune următoarea, din al doilea element de autoetanşare ş.a.m.d., durata de funcţionare a pompei depinzînd de numărul de elemente de autoetanşare.

La cursa descendentă a pistonului are loc o creştere a presiunii în pompă sub piston, care se transmite şi în ansamblul de autoetanşare, iar cînd valoarea acesteia devine superioară celei de deasupra, aceasta cauzează deschiderea supapei pistonului şi revenirea garniturii active la poziţia iniţială coborîrea pistonului în pompă făcîndu-se cu uşurinţă.

S-au conceput mai multe tipuri principale de pompe, toate fără cămăşi metalice, în figura 1 prezentîndu-se cîteva exemple din acestea.

— P şi TB pentru fluide corozive şi normale;

— cu cilindrul mobil şi pistonul fix pentru fluide cu nisip în suspensie;

— pentru sonde cu raţie mare de gaze-ţiţei;

— pentru debite mari (avînd asiprafie multiplă) superioare celor care se pot obţine cu pompele convenţionale de dimensiuni echivalente;

— pentru sonde care extrag fluide cu noroi şi impurităţi solide.

Avantajele principale ale acestor construcţii de pompe, în afară de înlocuirea cămăşilor metalice, sînt:

— montaj uşor, nemaifiind necesară atît centrarea coaxială cu pistoane de aliniere, cît şi executarea a numeroase măsurători de precizie la cămăşile metalice;

— eliminarea frecărilor metal-metal dintre piston şi cămăşi, precum şi a fenomenelor de coroziune care apar la cuplul menţionat confecţionat din piese metalice;

— eliminarea pierderilor de lichid dintre piston şi cămăşi la cursa ascendentă — care sînt inevitabile la pompele cu cuplul piston-cămăşi

din piese metalice — asigurîndu-se un randament volumetric maxim şi practic constant pe toată durata funcţionării ;

— eliminarea prelucrărilor mecanice pretenţioase, pompele fără cămăşi metalice admiţînd toleranţe de execuţie mai largi ;

— eliminarea tuturor treptelor intermediare de pistoane (—5, —3, +1, —1, +3, +5 etc. miimi de in) şi a tuturor gamelor intermediare de cămăşi metalice (—40, —20, +20, +40 miimi de in), pentru aceeaşi dimensiune de pompă, rămînînd numai dimensiunea nominală ; prin această eliminare de trepte de pistoane şi game de cămăşi se simplifică foarte mult fabricaţia, procesul de aprovizionare a schelelor şi dotarea atelierelor pentru montajul pompelor ;

— eliminarea consecinţelor aferente înclinării pistonului în pompă — uzuri anormale etc. — fenomen care apare ca urmare a şerpuirii coloanei de ţevi de extracţie (în lipsa utilizării unor ancore de ţevi de extracţie), la cursa ascendentă a prăjinilor ;

— înlăturarea sau micşorarea frecvenţei fenomenelor de gripare a pistonului în cămăşile metalice şi a tuturor consecinţelor acestora.

Aceste avantaje conduc la mărirea duratei de funcţionare a pompelor de extracţie, sporirea coeficientului de exploatare a sondelor, creşterea debitului de lichid extras şi reducerea cheltuielilor pe tona de ţiţei extrasă.

IV. Rezultate principale obţinute în schele

În cele ce urmează se prezintă cîteva rezultate principale obţinute la utilizarea pompelor în condiţiile extragerii unor fluide cu caracter coroziv. Condiţiile în care s-au aplicat au variat de la schelă la schelă, de exemplu adîncimile de fixare a pompelor fiind cuprinse între 600 la peste 2 000 m, lungimile de cursă între 1,5 la 3 m, iar numărul de curse pe minut variind de la 6 la 14 curse/minut. Tipul de pompă mai răspîndit a fost P 2.7/8 × 1 1/2 in [20].

Practic, în majoritatea cazurilor s-a înregistrat o creştere substanţială a duratei de funcţionare a pompelor atingîndu-se în condiţii de coroziune durate de peste 300 zile. În plus, într-o schelă s-au echipat cu aceste pompe mai multe zeci de sonde, în fluidul extras existînd ca agenţi corozivi : H_2S, CO_2, cloruri etc., ceea ce conducea la durate scurte de funcţionare la pompele convenţionale — obţinîndu-se creşteri substanţiale ale duratei menţionate, economii de piese metalice (cămăşi etc.), eliminarea unor intervenţii de adîncime şi obţinerea unor cantităţi suplimentare de ţiţei.

Aplicarea acestor pompe la sondele exploatate intermitent, dă posibilitatea ca presiunea exercitată de coloana de lichid la cursa ascendentă, să fie menţinută pe garnitura manşetă activă, instalaţia fiind oprită pentru pauză în timpul cursei ascendente. În acest mod, în spaţiul de sub piston rămîne în timpul pauzei valoarea presiunii din sondă, iar pe ansamblul supapei de aspiraţie şi restul de piese componente (inclusiv filetele), se exercită presiunea menţionată, care are o valoare relativ redusă, astfel că durata de funcţionare a acestor piese poate să fie mai lungă, dat fiind solicitările reduse ale pieselor menţionate.

La pompele convenţionale, la oprirea instalaţiei, presiunea se egalizează în timp datorită spaţiului inelar existent între piston şi cămăşi, iar pe ansamblul supapei de aspiraţie şi restul de piese (inclusiv filetele), se exercită presiunea existentă deasupra pistonului, care este cu mult mai mare decît presiunea din sondă, astfel că în timp pot apărea neetanşeităţi la piesele (inclusiv filetele) solicitate în modul arătat.

Concluzii

Din rezultatele obţinute pînă în prezent la aplicarea pompelor fără cămăşi metalice se desprind următoarele concluzii :

1. În condiţiile în care exploatarea sondelor în pompaj de adîncime cu prăjini necesită extragerea unor cantităţi sporite de lichid — îndeosebi ca urmare a extinderii injecţiei de apă pentru creşterea factorului final de recuperare — de la adîncimi din ce în ce mai mari, în prezenţa de agenţi corozivi, eliminarea cămăşilor metalice din cuplul clasic piston-cămăşi şi înlocuirea acestora cu un ansamblu de autoetanşare prevăzut cu garnituri de mase plastice, prezintă avantajul înlăturării fenomenelor de coroziune la cuplul menţionat, care conducea la : durate scurte de funcţionare a pompelor, consum mare de cămăşi metalice, efectuarea de intervenţii dese la sonde şi pierderi de producţie.

2. Cercetările efectuate în ţara noastră asupra unor sonde echipate cu pompe convenţionale folosindu-se calculatoare electronice analogice şi numerice au arătat variaţii mari ale vitezei pistonului în comparaţie cu cea a prăjinii lustruite, ceea ce poate contribui la îmbunătăţirea cunoaşterii modului de funcţionare a pompelor menţionate şi într-o anumită măsură explică duratele scurte de funcţionare care se înregistrează uneori.

3. Rezultatele aplicării acestor pompe în schelele de petrol la zeci de sonde cu caracter coroziv au demonstrat posibilităţile de creştere a duratei de funcţionare a pompelor şi de obţinere a unor avantaje importante tehnico-economice (eliminarea unor intervenţii de fund, micşorarea consumului de piese metalice, obţinerea unor cantităţi suplimentare de ţiţei, creşterea coeficientului de exploatare a sondelor şi micşorarea costului tonei de ţiţei extrasă prin acest sistem).

4. Apare indicat să se depună eforturi susţinute pentru diversificarea acestor construcţii de pompe în scopul punerii la dispoziţia schelelor de petrol a unei game largi, care să satisfacă diversele condiţii întîlnite în practica exploatării sondelor prin acest sistem de extracţie.

Impexmin
Bucharest
ROMANIA

Impexmin

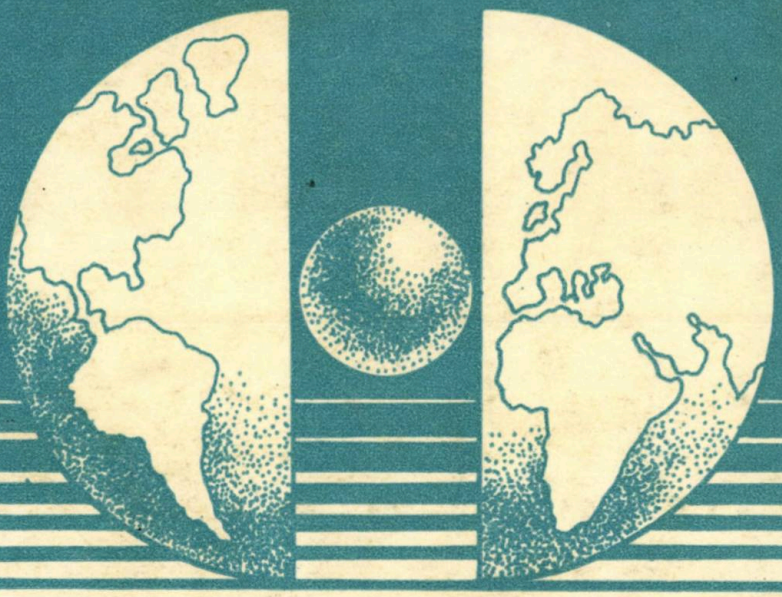
ÎNTREPRINDERE DE COMERȚ EXTERIOR

„IMPEXMIN" an excellent business partner can offer you :

1. Tools and apparatus used in oil and gas drilling (fishing tool magnets, weight indicator, torque-torque assembly etc.).
2. Devices for pipes (safety device for air and gas shortage for pipes, natural gas pressure adjusting and flow measuring plant, industrial pressure regulator for pipes etc.).
3. Tronson rotary device for welding.
4. Diamond tools for industry.
5. Mining equipment and products for dressing (hydrocyclones, sludge electric pumps, mechanical agitator etc.).
6. Flotation reagents.
7. Salt and non-metallic products.
8. Hoisting and transport unit for long materials.
9. Plastdurom pieces, steel substitute.
10. Divers rubber gaskets (for the pumps, pistons etc.)
11. Alabaster objects.

IMPEXMIN
13, C.A. Rosetti street
BUCHAREST — ROMANIA
P O Box 710
Telex 011-588
Teleph. 12.81.26

GEOMIN



Accepting various forms of joint ventures, GEOMIN is able to assist in any stage of a mining project, from the initial prospecting to production and sales

- **Geological research**
- **Laboratory and pilot tests**
- **Feasibility studies**
- **Engineering and construction**
- **Procurement**
- **Training of personnel**

10075 MAJ 21

MANAGEMENT
PRODUCTION

GEOMIN

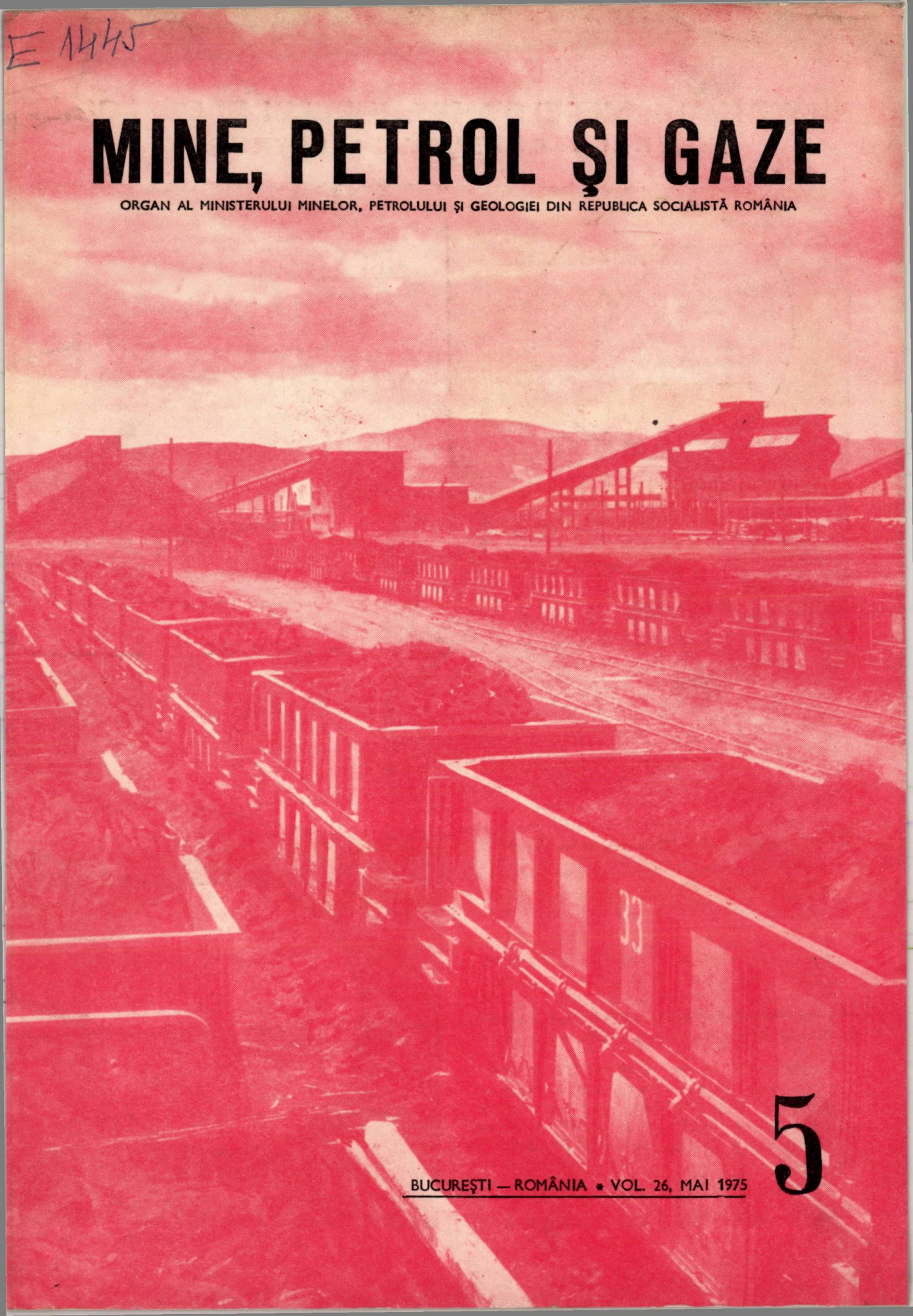
COMPANY FOR MINING AND GEOLOGICAL CO-OPERATION

Calea Victoriei 109
București, ROMANIA
Tel. 14.55.01, telex 011242

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



BUCUREŞTI — ROMÂNIA * VOL. 26, MAI 1975

5

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA CĂRBUNELUI PETROŞANI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU CĂRBUNE PETROŞANI

PETROŞANI
Str. MIHAI VITEAZU nr. 3
Telefon: 1460 – 1461
Telex : 032514 ICPC

ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE TEHNOLOGICE PRECUM ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU OBIECTIVE DE INVESTIŢII PRIVIND EXPLOATAREA, PREPARAREA ŞI INDUSTRIALIZAREA

ÎNTOCMEŞTE STUDII ŞI PROIECTE DE MECANIZARE ŞI AUTOMATIZARE A PROCESELOR TEHNOLOGICE SPECIFICE INDUSTRIEI CARBONIFERE, PRECUM ŞI PROIECTE PENTRU UTILAJE ŞI ECHIPAMENTE MINIERE

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1885

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 5 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

CUPRINS

Paraschiv, D. **Sarcini şi perspective ale activităţii de prospecţiune pentru hidrocarburi în România** 228

Zorilescu, D. **Modele de optimizare a unor capacităţi de transport în subteran — aplicaţie a teoriei firelor de aşteptare şi statisticii matematice** 232

Dogaru, M. **Corelarea parametrilor de extracţie şi stabilitate la exploatarea sării prin dizolvare în R.S. România** 239

Creţu, I. **Debitul necesar forajului cu aer** 245

Mihăiescu, Şt., S. **Noi consideraţii de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj** 249

Mateescu, M. **Industria metalurgică a metalelor neferoase grele şi rare (însoţitoare) din ţara noastră** 256

Matei, I., Băltăreţu Florica şi Jurca, L. **Contribuţii la dimensionarea instalaţiilor de aeraj parţial aferente lucrărilor miniere de lungime mare** 258

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ,** *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA.** *redactor;* dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **ALEXANDRU PANAITESCU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.1 :55

Paraschiv, D. *Sarcini şi perspective ale activităţii de prospecţiune pentru hidrocarburi în România*

Analiză concisă care ţine seama de stadiul de cercetare a teritoriului ţării şi de necesitatea realizării unui grad de cunoaştere superior, care să permită o apreciere mai fundamentală a resurselor de hidrocarburi. Se definesc sarcini şi perspective pentru principalele metode de prospectare a ţiţeiului şi gazelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.61

Zorilescu, D. *Modele de optimizare a unor capacităţi de transport în subteran — aplicaţie a teoriei firelor de aşteptare şi statisticii matematice*

Generalităţi asupra teoriei firelor de aşteptare cu prezentarea relaţiilor de calcul şi determinarea ecuaţiilor pentru optimizarea transportului. În partea a doua se arată un model pentru determinarea capacităţii de transport pentru deservirea abatajelor şi determinarea capacităţii tampon de depozitare folosind metode statistice matematice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26. nr. 5, 1975

C.Z. 622.277.3

Dogaru, M. *Corelarea parametrilor de extracţie şi stabilitate la exploatarea sării prin dizolvare în R.S. România*

Sinteză a rezultatelor teoretice şi practice, cu evidenţierea relaţiei matematice de bază din care rezultă formulele caracteristice metodelor aplicate. Exploatarea unui cîmp de sonde trebuie realizată pe o suprafaţă maximă, normal echilibrată, pentru obţinerea de indici tehnologici ridicaţi şi stîlpi despărţitori cu stabilitate suficientă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.243.12

Creţu, I. *Debitul necesar forajului cu aer*

Se tratează estimarea debitului de aer necesar evacuării detritusului într-o sondă în foraj. Se ajunge la o ecuaţie algebrică care trebuie rezolvată prin încercări pentru a se obţine debitul de aer necesar. Ecuaţia este aplicată pentru un exemplu din practică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.24.051.55

Mihăiescu, Şt., S. *Noi consideraţii de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj*

Se demonstrează necesitatea repartizării uniforme a lucrului mecanic de dislocare pe intervalele de contact ale conului principal în scopul uzurii uniforme a acestora şi deci o avansare maximă a acestui con în teren.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 669.2

Mateescu, M. *Industria metalurgică a metalelor neferoase grele şi rare (însoţitoare) din ţara noastră*

Prezentare generală a industriei metalurgice neferoase din R.S. România (scurt istoric, stadiul actual, perspective) sub aspectul realizărilor pentru dezvoltarea continuă a acestei ramuri în concordanţă cu necesităţile economiei naţionale.

Mine, Petro şi Gaze ,vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.457.3

Matei, I., Băltăreţu Florica şi Jurca, L. *Contribuţii la dimensionarea instalaţiilor de aeraj parţial aferente lucrărilor miniere de lungime mare*

Metodă grafică de dimensionare pentru cunoaşterea rapidă a lungimilor conductelor de aeraj aferente ventilatoarelor existente, modul de amplasare a ventilatoarelor şi alţi parametri.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

ŞTIRI

Revista MINE PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Revista este editată de Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru întreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr 23—25, Bucureşti.

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

C.Z. 622.1 : 55

Paraschiv, D. *Duties and outlook of the prospecting work for hydrocarbons in Romania*

A concise analysis on the exploration stage of the Romanian territory, taking into account the need to achieve a higher level of knowledge necessary for a more fundamental estimation of the hydrocarbon resources. Tasks and outlook for the main prospecting methodes of oil and gas are defined.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.61

Zorilescu, D. *Optimization models for some mining transport capacities — application of waiting line theory and mathematic statistics*

Main features of waiting line theory with the calculation formulae and equations for transport optimization are presented. In the second part a model is shown for establishing underground transport capacites for stopes and buffer deposits with the help of mathematic statistics.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.277.3

Dogaru, M. *Correlation of exploitation and stability parameters at salt exploitation in wells in Romania*

A synthesis of theoretical and practical results which points out the basic mathematic relation from which result the characteristic formulae of the applied methods. The development of a group of wells must be achieved on a maximum surface, properly balanced, in order to obtain higher technological indices and pillars with good stability.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.243.12

Creţu, I. *Necessary flow in air-drilling*

Air flow estimation necessary for detritus evacuation for an operating oil well is presented. An equation which gives the necessary air flow solved by trial-and-error method is established together with a practical exemple.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.24.051.55

Mihăiescu, St. S., *New mechanics considerations on the roller bits*

The author demonstrates the need of an even distribution of the cutting resistance on the main roller's surface in order to obtain a uniform wear and accordingly a better rate of advance.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 669.2

Mateescu, I. *The metallurgy of non-ferrous metals (base and rare metals) in Romania*

A review of the Romanian non-ferrous metallurgy (short history, present stage, prospects) in view of the achievements for a steady raising of this branch in agreement with the demands of the national economy.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.457.3

Matei, I., Băltăreţu Florica and Jurca, L. *Contributions to the dimensioning of local ventilation equipment for long headings*

The authors present a graphical dimensioning method for rapid determination of the length of ventilating tubes equipped with now available fans, manner of fans installation and other parameters.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

NEWS

СОДЕРЖАНИЕ

622.1 : 55

Параскив, Д. *Задачи и перспективы поисковых работ для нефти в Румынии*

Коротко проводится анализ состояния геологического изучения территории страны и целеобразности достижения лучшей степени познания, позволяющей более основательно оценеть углеводородные ресурсы. Определяются задачи и перспективы основных методов поиска месторождений нефти и газа.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.61

Зорилеску, Д. *Модели оптимизации производительности подземного транспорта. Применение теории нитей ожидания и математической статистики*

Описываются основные понятия теории нитей ожидания с представлением расчетных формул и уравнений оптимизации транспорта. Во второй части описывается конструкция модели для определения транспортной пропускной способности, обеспечивающей работу в очистных забоях, а также для определения резерва складирования с применением методов математической статистики.

Mine Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.277.3

Догару, М. *Корреляция параметров добычи и устойчивости для разработки соляных месторождений С.Р. Румынии растворением*

Представлено обобщение теоретических и практических результатов, с указанием основного математического соотношения из которого выводятся характерные формулы применяемых методов. .Разработка соляного шахтного поля должна быть проведена на максимальных площадях с нормальным состоянием уравновешивания для получения повышенных технологических показателей и разделительных опорных столбов с достаточной устойчивостью.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.243.12

Крецу, И. *О дебите необходимом для бурения с сжатым воздухом*

Приведен метод оценки дебита воздуха, необходимого для удаления буровой мелочи из буровой скважины. Представлено алгебрайческое уравнение, решаемое рядом попыток для получения необходимого дебита воздуха. Данное уравнение приведено применительно к практическому примеру.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.24.051.55

Михэеску, Ш т. *Новые соображения механического характера о буровых долотах конусного типа*

Описывается необходимость равномерного распределения механической работы разрушения между контактными зонами основного конуса в целях получения их равномерного износа и, этим самым, максимальной подачи конуса.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 669.2

Матееску, М. *Металлургическая промышленность тяжелых цветных и редких металлов в нашей стране*

Общее представление цветной металлургии С.Р. Румынии (краткая история, существующее положение и перспективы) с указанием достижений полученных в рамках непрерывного развития этой отрасли при полном соответствии с потребностями народного хозяйства.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.457.3

Матей, И., Бэлтэрецу Флорика и Журка, Л. *Об определении параметров вентиляционных установок для частичного проветривания длинных горных выработок*

Представлен графический метод скоростного определения параметров — длины вентиляционных трубопроводов для существующих вентиляторов, о расположении вентиляторов и др.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

НОВОСТИ

INHALT

C.Z. 622.1 : 55

Paraschiv, D. *Aufgaben und Aussichten der Prospektionsarbeiten auf Kohlenwasserstoffe in Rumänien*

Eine genaue Analyse, welche das Stadium der Untersuchungen auf dem Territorium des Landes in Betracht zieht und die Notwendigkeit einer besseren Kenntnis der Kohlenwasserstoffvorräte unterstreicht. Es werden die Aufgaben und Aussischten der wichtigsten Untersuchungsemethoden bestimmt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.61

Zorilescu, D. *Optimisierungsmodelle von Förderkapazitäten untertag — Anwendung der Theori der Wartelinien und der mathematischen Statistik*

Allgemeines über die Theorie der Wartelinien und Darstellung der Berechnungen sowie der Gleichungen für die Optimisierung der Förderung. Im zweiten Teil wird ein Modell für die Bestimmung der Förderkapazitäten zur Betreung der Abbaue gezeigt und die Pufferkapazität durch mathematische Methoden errechnet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.277.3

Dogaru, M. *Abstimmung der Förder- und Stabilitätsparameter bei der Gewinnung von Steinsalz durch Versiedung in Rumänien*

Eine Synthese der theoretischen und praktischen Ergebnisse mit Hervorhebung der mathematischen Beziehungen aus welchen sich die charakteristischen Formeln der angewandten Methoden ergeben. Die Ausbeutung eines Bohrfeldes muss auf einer maximalen Oberfläche durchgeführt werden um hoche technologische Kennziffern und standfeste Zwischenpfeiler zu erreichen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.243.12

Creţu, I. *Die für die Bohrungen notwendigen Luftmengen*

Es werden für die Luftspülung notwendigen Luftmengen geschätzt und eine algebraische Gleichung bestimmt welche durch wiederholte Versuche gelöst werden kann. Es wird ein Beispiel aus der Praxis gerechnet.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.24.051.55

Mihăiescu, St., S. *Neue mechanische Betrachtungen über Bohrmeissel und Kegel*

Es wird die Notwendigkeit der gleichmässigen Aufteilung der Zukleinerungsarbeit auf der Kegelfläche bewiesen um einen gleichmässigen Abrieb und folglich einen maximalen Vortrieb zu erreichen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 669.2

Mateescu, M. *Die Huttenindustrie der Bunt — und Seltenen Metalle in Rumänien*

Ein allgemeiner Vortrag über die Huttenindustrie der Buntmetalle (Geschichte, gegenwärtige Lage, Perspektive) unter dem Gesichtpunkt der Entwicklung dieses Industriezweiges in Abstimmung mit den Notwendigkeiten der Volkswirtschaft.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.457.3

Matei, I., Bălţăreţu Florica und Jurca, L. *Beiträge zur Dimensionierung der Teilbewetterungseinrichtungen für lange Strecken*

Eine graphische Methode für die rasche Bestimmung der Luttenstranglängen, der Ansatzpunkte für die Lüfter und andere Parameter.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

NACHRICHTEN

SOMMAIRE

C.Z. 622.1 : 55

Paraschiv, D. *Des tâches et des perspectives dans l'activité de prospections pour les hydrocarbures en Roumanie*

Analyse concise qui tient compte de degré de prospection du territoire du pays et de la nécessité d'atteindre un niveau supérieur de connaissance pour permettre une apréciation plus juste des ressources de hydrocarbures. On précise les tâches et les perspectives pour les principaux méthodes de prospection des gissements de pétrole et des gaz.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.61

Zorilescu, D. *Des modèles d'optimisation pour les capacités de transport en souterrain — Applications de la théorie des fils d'attente et de la statistique mathématique*

Quelques généralités concernant la théorie des fils d'attente en présentant les rélations de calcul et en déterminant les équations pour l'optimisation du transport. Dans la deuxième partie on montre un modèle pour déterminer la capacité de transport dans le service des abattages et d'établir la capacité tampon de stockage, en employant des méthodes statistiques mathématiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.277.3

Dogaru, M. *La corrélation d'extraction et de stabilité à l'exploitation du sel par dissolution en R.S. Roumanie*

Synthèse des résultats théoriques et pratiques mettant en évidance la relation mathématique fondamentale duquel résulte les formules caractéristiques des méthodes appliquées. L'exploitation d'un champ des sondes doit étre réalisée sur une surface maximale, normalement équilibrée, pour obtenir des hauts indices technologiques et des massifs de protection (piliers) d'une suffisante stabilité.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.243.12

Creţu I. *Le débit nécessaire dans le forage à l'air*

On traite l'estimation du débit d'air nécessaire à l'évacuation du détritus dans une sonde en forage. On arrive à une équation algébrique qui doit étre résoute par des essais pour obtenir le débit d'air nécessaire. L'équation est appliquable pour un exemple pratique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.24.051.55

Mihăiescu. St., S. *Des nouvelles considérations en mécanique sur les trépans à cônes en forage*

On démontre la nécessité de la répartition uniforme du travail mécanique de dislocation sur les intervalles de contact du cône principal dans le but d'une usure uniforme de ceux-ci et par conséquent un avancement maximal de ce cône en terrain.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 669.2

Mateescu, M. *L'industrie métallurgique des métaux non ferreux et rares de notre pays*

L'article fait une présentation générale de l'industrie métallurgique non-ferreuse de R.S. Roumanie (bref historique, stade actuel, perspectives) sous l'aspect des réalisations pour son developpement continu en fonction des nécessités de l'économie nationale.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

C.Z. 622.457.3

Matei, I., Bălţăreţu Florica et Jurca L. *Des contributions au calcul des dimensions des installations d'aérage partiel afférentes aux travaux miniers de grand allongement*

L'article présente une méthode graphique pour le calcul des dimensions pour la connaissance rapide des allongements des conduits d'aérage afférentes aux ventillateurs existentes, le mode d'emplacement des ventillateurs et autres paramètres.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 5, 1975

NOUVELLES

Dr. geolog **D. Paraschiv**
director general în M.M.P.G.

Sarcini și perspective ale activității de prospecțiune pentru hidrocarburi în România

Actuala criză energetică, de proporții mondiale, are darul să sublinieze importanța care trebuie acordată descoperirii de noi rezerve de hidrocarburi și valorificării optime a acestora în România, ca și în celelalte țări ale lumii.

După cum se cunoaște, pentru punerea în evidență a unor zăcăminte noi de țiței și gaze este necesară o activitate complexă și etapizată, începînd cu lucrări care comportă eforturi materiale și financiare, relativ reduse și continuînd, pe măsura creșterii gradului de cunoaștere, cu lucrări grele — din ce în ce mai costisitoare. Prospecțiunile geologice și geofizice se încadrează în prima etapă a acestui „flux" și de reușita și calitatea lor depind rezultatele activității din etapele ulterioare, respectiv eficiența forajului de cercetare. Cum în țara noastră, forajul geologic consumă circa 90% din fondurile alocate activității pentru hidrocarburi, se înțelege interesul care trebuie acordat perfecționării activității de prospecțiune, astfel încît aceasta să contribuie la reducerea numărului de sonde fără rezultat.

Programul și sarcinile activității de prospecțiune pentru hidrocarburi sînt determinate de condițiile geologice și de lucru ale unei regiuni, de gradul de cunoaștere realizat la o anumită dată și de baza tehnico-materială disponibilă.

Dacă din punctul de vedere al dotării tehnice și tehnologiei de lucru în domeniul prospecțiunilor, R.S. România a reușit să se alinieze, în ultimii ani, nivelului realizat de țările cu industrie petrolieră dezvoltată, sub aspectul condițiilor naturale și al gradului de cunoaștere geologică ea prezintă importante particularități, care imprimă activității o pronunțată notă de dificultate.

Teritoriul României se suprapune mai multor unități structurale majore, cu condiții geologice foarte variate, începînd cu cele specifice bazinelor sedimentare situate pe platforme, continuînd cu formațiuni de molasă și terminînd cu regiuni cu structură în solzi și pînze de șariaj. Variației structurale se adaugă complexitatea morfologică, constînd din zone acoperite de apele mării, delte, cîmpii, dealuri și relief montan, care impune o anumită dotare și tehnologie de lucru în teren.

În decursul celor peste 100 ani de existență a industriei de petrol, în țara noastră s-a desfășurat o importantă activitate de prospecțiune și explorare, ceea ce a condus la punerea în evidență a numeroase zăcăminte și la realizarea unui grad avansat de cunoaștere pe aproape tot teritoriul, pînă la adîncimea de 3 200—3 500 m. În limitele acestei adîncimi, activitatea de prospecțiune va mai avea de rezolvat probleme legate de regiunile cu tectonică complicată și cu acces dificil, de capcanele subtile și de detalii structurale în zonele intens cercetate. Frontul de lucru cel mai larg îl constituie însă formațiunile cu adîncimi mai mari de 3 500—4 000 m. Iată deci, contextul în care se impune definirea sarcinilor și perspectivele fiecărei metode de prospecțiune pentru țiței și gaze, în țara noastră.

1. *Cartarea geologică* sau prospecțiunea geologică prin observații directe la suprafață precede, de regulă, celelalte metode de cercetare pentru hidrocarburi. Ca atare, este firesc ca în țara noastră ea să fi acoperit, la scară regională și de detaliu, toate zonele în care aflorează formațiunile geologice precuaternare. În cadrul unităților de profil, aparținînd industriei extractive de petrol, s-au întocmit hărți, într-o concepție unitară, la sc. 1 : 25 000, 1 : 100 000 și 1 : 500 000.

Cartarea geologică a contribuit la programarea lucrărilor de foraj prin care s-au descoperit numeroase zăcăminte de țiței și gaze din Carpații Orientali, Depresiunea getică și Depresiunea Transilvaniei. Pe măsura creșterii adîncimii de investigare și odată cu dezvoltarea activității în zonele acoperite cu depozite cuaternare, aportul cartării geologice de suprafață a scăzut, sarcinile acestea fiind preluate de prospecțiunile geofizice și de forajul de cercetare.

Pentru viitor, mai rămîn cîteva probleme, în care cartarea urmează să-și dovedească utilitatea. În primul rînd, vor fi efectuate reambulări și observații de detaliu, în zonele unde aspectele stratigrafice și structurale n-au fost definitiv rezolvate. Totodată, vor fi programate lucrări regionale sau locale care să contribuie la realizarea unor studii sedimentologice, paleontologice, geochimice etc. De asemenea, vor fi necesare hărți de detaliu, locale, mergînd pînă la sc. 1 : 5 000, care să stea la baza inventarierii șisturilor și nisipurilor bituminoase. Această activitate se va desfășura, ca și pînă acum, în toate regiunile unde aflorează formațiuni mai vechi decît cuaternarul.

În țara noastră s-au efectuat, în ultima vreme, prospecțiuni geomorfologice pentru hidrocarburi. Acestea s-au dovedit neașteptat de eficiente, chiar în zonele acoperite cu depozite piemontane recente, contribuind la punerea în evidență sau la extinderea unor zăcăminte de petrol în Depresiunea Getică (Drăgănești, Priboieni). Exemple de acest gen par să ofere și alte unități geologice și de aceea este indicat ca observațiile geomorfologice să fie luate în considerare în abordarea unor aspecte structurale cu caracter regional sau local. Iată de ce, astfel de prospecțiuni, destul de puțin costi-

sitoare, vor mai trebui întreprinse în următorii ani.

Ca şi în cazul celorlalte metode, cartării geologice şi geomorfologice i se vor pune, probleme din ce în ce mai pretenţioase, mai subtile. De aici, necesitatea utilizării unor mijloace şi metode perfecţionate, începînd cu baza topografică, laboratorul de teren, aerofotogramele, prelucrarea la calculator a datelor etc.

2. *Gravimetria*, împreună cu magnetometria şi electrometria, se utilizează în ordine raţională şi face parte din complexul de metode geofizice care se aplică, de regulă, în prima etapă de cercetare pentru hidrocarburi.

Începute iniţial cu balanţa de torsiune şi continuate, apoi, cu gravimetre statice de diferite tipuri (Thyssen, Truman, Carter, Graf-Askania, Sterneck-Askania etc.), prospecţiunile gravimetrice au acoperit întreaga suprafaţă a ţării, la densitatea de 1—4 staţii/km^2.

Împreună cu magnetometria, gravimetria a contribuit la delimitarea marilor unităţi geologice ale teritoriului României şi, în unele cazuri, chiar la delimitarea elementelor structurale din cadrul acestor unităţi. În zona mio-pliocenă şi în Transilvania ea a pus în evidenţă unele cute diapire cu sîmbure de sare în ax.

Se cuvin, de asemenea, subliniate cîteva rezultate interesante legate de încercările făcute pentru determinarea directă a limitei apă-gaze, în cazul unor zăcăminte din Depresiunea Transilvaniei.

La gradul actual de cunoaştere a sedimentarului ţării noastre, gravimetria mai poate aduce informaţii utile în regiunile unde cartarea geologică şi prospecţiunile seismice au o eficienţă redusă. Astfel de probleme se pun în Carpaţii orientali, Depresiunea Transilvaniei, Depresiunea Maramureşului, Platforma moesică, Platforma moldovenească şi Promontoriul nord-dobrogean. Vor trebui continuate şi cercetările urmărind determinarea directă a contactului gaze-apă, mai ales în faza anterioară amplasării forajelor de explorare.

Efectuarea prospecţiunilor gravimetrice în scopul menţionat solicită utilizarea unei aparaturi de înaltă precizie, care să asigure măsurarea variaţiei cîmpului gravitaţiei în limitele unor erori de $\pm$ 0,01—0,02 mgal. Este vorba de gravimetre de tipurile Lacoste-Romberg, Worden sau Sharpe.

Pentru ca rezultatele obţinute să conducă la informaţii geologice utilizabile, se impun următoarele precauţii :

— asigurarea unei densităţi medii de acoperire cu puncte de observaţie, de cel puţin 10 staţii/km^2 ;

— evaluarea riguroasă a reducerilor de relief, folosind hărţi topografice precise şi metode adecvate de calcul ;

— utilizarea unor procedee moderne de separare a surselor de anomalii, care să permită interpretarea individuală a acestora.

Dat fiind condiţiile restrictive menţionate, se impune ca cercetarea gravimetrică, mai ales a Carpaţilor orientali (zona flişului), să se facă de către o unitate specializată care, într-o primă etapă, să efectueze lucrări experimentale.

Cercetările gravimetrice vor putea oferi informaţii asupra cîmpului de fracturi regionale şi locale. Pe baza experimentărilor făcute pe valea Slănicului şi în zona Moineşti-Tazlăul Sărat este de aşteptat ca cercetarea gravimetrică să permită cartarea elementelor structurale mascate de pînză, în condiţiile în care sinclinalele sînt umplute cu formaţiuni miocene salifere, iar grosimea cuverturii acestor structuri nu este prea mare. Şi în zonele de afundare a flişului, sub depozitele miocene, folosirea unor metode adecvate de prelucrare a datelor primare poate conduce la detectarea unor structuri paleogene ascunse, fapt relevat de experimentările făcute în sectorul Mihoc-Cucueţi.

3. *Magnetometria* a acoperit întreaga suprafaţă a ţării cu 1—4 staţii/km^2 şi a contribuit, împreună cu gravimetria, la descifrarea structurii majore a ţării şi chiar la sesizarea unor detalii tectonice.

Pentru viitor, magnetometria va putea oferi informaţii utile în aceleaşi zone unde cartarea geologică şi seismometria nu sînt suficient de eficiente. Pentru aceasta vor trebui efectuate măsurători magnetometrice pentru hidrocarburi într-o reţea de detaliu şi utilizînd aparatură modernă cu pompaj optic sau cu precesie nucleară, care să permită trasarea izoliniilor la echidistanţe de 1—2 γ, deci de 10—20 ori mai precisă decît cea cu care s-au executat măsurătorile pînă în prezent.

Rezultatele cercetărilor aeromagnetometrice vor putea pune în evidenţă diverse tipuri de accidente rupturale care afectează, atît formaţiunile de fliş şi de molasă pînă la adîncimi apreciabile, cît şi depozitele flancului extern (de pe platformă) al avanfosei carpatice.

Conturarea unor anomalii magnetice locale, care să fie valorificate în contextul celorlalte metode de prospecţiune pentru hidrocarburi, se întrevede a fi posibilă prin efectuarea de prospecţiuni aeromagnetometrice de detaliu, cu aparatură modernă şi pe platforma continentală a Mării Negre.

4. *Electrometria* a acoperit, la o reţea de semidetaliu, peste 50% din suprafaţa de interes pentru ţiţei şi gaze.

Metoda electrometrică a fost utilizată cu eficienţă în zona mio-pliocenă din Carpaţii orientali, datorită existenţei Ponţianului cu rezistivitate redusă, ceea ce a permis conturarea unor elemente structurale ca zone de minim. De asemenea, trebuie remarcate rezultatele bune din Depresiunea Transilvaniei, unde pre-

zenţa sării a constituit un orizont de referinţă puternic rezistiv şi uşor de urmărit prin metoda emiţătorilor încrucişaţi şi a curenţilor telurici. Anomaliile electrometrice corespunzînd, în general, acumulărilor neuniforme ale sării, au fost prospectate prin metode seismice, în felul acesta punîndu-se în evidenţă şi verificîndu-se importante structuri domale. Întrucît Depresiunea Transilvaniei şi zona mio-pliocenă au fost acoperite cu lucrări magnetometrice, în prezent această metodă nu se mai foloseşte în cercetarea pentru hidrocarburi.

Nu este exclus ca, în viitorul nu prea îndepărtat, cercetările electrometrice să fie reluate, cel puţin cu caracter experimental, în Depresiunea panonică, Promontoriul nord-dobrogean şi, poate, pe alte unităţi.

5. *Seismometria* a acoperit 90 % din teritoriul de interes pentru ţiţei şi gaze al R.S. România, la o densitate de 0,1—1,5 km profil km^2.

Ca şi în alte ţări, seismometria s-a dovedit a fi cea mai eficientă metodă de prospecţiune geofizică pentru hidrocarburi şi a fost utilizată; sistematic, în toate unităţile geologice.

Metoda de bază folosită a fost seismica de reflexie cu profilare continuă. Acolo unde condiţiile geologice şi morfologice au cerut-o, lucrările de corelaţie continuă au fost combinate, completate sau înlocuite cu seismosondaje simple ori prin metoda seismosondajelor spaţiale de masă (SSMM). Pe alocuri, prospecţiunile seismice de reflexie au fost completate cu lucrări de refracţie, cu ajutorul cărora s-a putut determina grosimea sedimentarului (dacă ea nu a fost prea mare) sau contrastele litologice corespunzînd limitelor unor cicluri litofaciale.

Pentru îmbunătăţirea calităţii interpretării materialului primar de înregistrare s-au executat carotaje seismice în diferite formaţiuni geologice, în toate unităţile structurale ale ţării acoperite cu sedimentar.

În evoluţia aplicării seismometriei în ţara noastră se disting trei etape, corespunzătoare dezvoltării tehnicii şi tehnologiei.

Într-o primă etapă, 1948—1960, s-a acoperit cu o reţea de profile seismice de semidetaliu şi, pe alocuri, de detaliu, majoritatea suprafeţelor cu perspective pentru hidrocarburi, utilizîndu-se staţii seismice oscilografice, iar ca tehnologie de teren — surse centrale singulare de generare a undelor şi receptori singulari. Datele obţinute au permis descifrarea principalelor aliniamente structurale şi identificarea structurilor importante din zonele cu condiţii seismogeologice mai simple.

În etapa următoare, 1961—1970, lucrările seismice s-au reluat şi extins, utilizîndu-se staţii seismice analogice cu înregistrare magnetică şi o tehnologie de teren mai avansată (surse multiple centrale, receptori multipli). Datele obţinute au putut fi prelucrate la un nivel superior, ceea ce a condus la mărirea puterii de rezoluţie a metodei seismice. În felul acesta a fost posibilă clarificarea structurii de detaliu a multor zone de perspectivă din Platforma moesică, Platforma moldovenească, Depresiunea Transilvaniei şi Depresiunea panonică. Densitatea măsurătorilor realizate în aceste unităţi este foarte mare, în majoritatea regiunilor atingînd 1 km profil/km^2. Informaţiile pe verticală sînt însă inegale. De aceea, n-a putut fi clarificată structura obiectivelor geologice situate la mare adîncime sau în zone cu tectonică şi morfologie complicată, cum ar fi Carpaţii orientali şi Depresiunea getică. În general, nu s-au obţinut informaţii satisfăcătoare nici asupra capcanelor stratigrafice şi litologice.

Începînd din anul 1970 s-a trecut la cea de-a treia etapă, caracterizată prin introducerea tehnicii numerice în înregistrarea şi prelucrarea datelor şi prin perfecţionarea tehnologiei de lucru pe teren (acoperire multiplă necentrală). Măsurătorile au fost executate cu prioritate pe Platforma continentală a Mării Negre, iar din anul 1971 şi pe uscat. Prelucrarea numerică a datelor a început, în mod sistematic, din anul 1973. Primele rezultate arată o îmbunătăţire a calităţii informaţiilor, în special pe mare.

Deşi suprafaţa de perspectivă a ţării noastre este acoperită cu lucrări seismice în proporţie de circa 90 %, aşa cum s-a mai arătat, la ora actuală se consideră ca numai parţial rezolvate problemele structurale ale formaţiunilor miocene din Depresiunea getică, din zona mio-pliocenă, zona miocenă din Moldova şi din Depresiunea panonică, structura depozitelor paleogene din Depresiunea getică şi Carpaţii orientali, tectonica formaţiunilor preneogene din Platforma moldovenească şi Depresiunea Transilvaniei şi structura depozitelor triasice şi paleozoice din Platforma moesică. În majoritatea zonelor care includ obiectivele menţionate, densitatea profilelor este mare, ajungînd pînă la 1,5 km profil/km^2, dar cu toate acestea problemele care au rămas de rezolvat sînt foarte dificile, multe dintre ele nefiind soluţionate satisfăcător la scară mondială. Este vorba, în primul rînd, de obiectivele situate în zone cu tectonică foarte complicată (structură în pînze şi solzi), acces greu (relief montan şi colinar), de formaţiuni cu adîncimi mari sau protejate de puternice ecrane calcaroase şi salifere. La acestea se adaugă capcanele nestructurale, dovedite sau presupuse în toate formaţiunile de interes şi în toate unităţile geologice majore.

În abordarea cercetării obiectivelor enumerate se pune accent pe dezvoltarea şi intensificarea lucrărilor geofizice prin metode seismice. Aceste eforturi vor fi dirijate în două direcţii: una priveşte perfecţionarea tehnologiilor de înregistrare în teren, cea de-a doua se referă la metodologiile de prelucrare a datelor.

În ceea ce privește lucrul în teren, trebuie să se aibă în vedere următoarele :

— generalizarea acoperirii multiple de ordin superior (12 și 24) pe profilele de corelație continuă, cu offset variabil în lungul profilului, sau lateral, în funcție de condițiile seismogeologice din zonă ;

— utilizarea grupărilor de sonde și de geofoni pe diferite baze, asociate cu acoperirile multiple ;

— extinderea metodei SSMM în zonele complicate morfologic și tectonic, utilizînd o tehnologie de lucru în teren care să permită prelucrarea datelor cu ajutorul calculatorului ;

— introducerea și extinderea surselor de energie neexplozivă de tip Vibroseis și Dinoseis pentru rezolvarea unor probleme speciale, cum ar fi studiul stratelor subțiri sau executarea de prospecțiuni seismice în condițiile unui zgomot de fond foarte puternic (centre populate, schele petroliere etc.).

— înlocuirea întregii aparaturi magnetice analogice cu aparatură magnetică numerică de mare sensibilitate și cu un număr sporit de geofoni (48—96).

Realizarea practică a acestor obiective este condiționată și de folosirea unor utilaje de foraj și mijloace de transport de randament sporit și cu putere mare de penetrație în zonele greu accesibile, cum ar fi Carpații orientali (inclusiv zona miopliocenă) și, parțial, Depresiunea getică și Depresiunea Transilvaniei.

Pe linia prelucrării datelor, trebuie să se îmbunătățească setul actual de programe pentru realizarea unei creșteri a puterii de rezoluție a metodei seismice în raport cu posibilitățile pe care le oferă utilizarea sistemului numeric de înregistrare și prelucrare. În același timp, se impune prelucrarea numerică a datelor înregistrate prin metoda SSMM.

Introducerea în lucru a aparaturii magnetice numerice cu cîștig binar și cu virgulă mobilă va face posibilă abordarea în viitor a unor programe care să permită utilizarea în interpretare a studiului amplitudinilor undelor seismice, creîndu-se astfel premisele rezolvării prin seismometrie a unor probleme foarte dificile, cum ar fi variațiile litologice sau identificarea, în mod direct, a naturii fluidului conținut în porii rocilor.

Rezolvarea obiectivelor geologice care stau în față reclamă prelucrări din ce în ce mai laborioase. Astfel, se estimează că în următorii ani se va ajunge de la 300 secunde calculator pentru prelucrarea unei înregistrări la 600 secunde calculator, ceea ce va implica utilizarea unui nou sistem de calcul de capacitate mare, capabil să acopere acest volum de lucrări, fără o întîrziere prea mare între faza de înregistrare în teren și faza de prelucrare a datelor. La acest sistem urmează să se prelucreze întregul volum de date gravimetrice și magnetice înregistrate pînă în prezent sau care se vor mai obține.

O mențiune specială trebuie făcută în legătură cu aportul pe care-l pot aduce cercetările seismometrice urmărind studiul scoarței, la cunoașterea condițiilor geologice necesare aprecierii perspectivelor de hidrocarburi. Astfel, studiul seismic al scoarței poate contribui cu două categorii de informații. Prima se referă la determinarea morfologiei fundamentului cristalin, implicit a grosimii sedimentarului. Rezultate interesante în această privință s-au obținut pe profilele Galați—Călărași și Galați—Oradea. De exemplu, în sectorul de curbură a avanfosei Carpaților au fost determinate grosimi de sedimente care depășesc 18 km. Cea de-a doua categorie de informații poate duce la determinarea fracturilor crustale. Cunoașterea acestor fracturi care, uneori, afectează și limitele mai superficiale, contribuie la stabilirea zonelor de perspectivă pentru hidrocarburi. În această ordine de idei se menționează punerea în evidență a unei fracturi majore situată în prelungirea vestică a liniei Pecineaga-Camena și obținerea unor elemente de observație care confirmă ipoteza existenței fracturii crustale a Carpaților orientali.

În ceea ce privește limita sedimentar-cristalin, pentru viitor sînt prevăzute lucrări în vederea obținerii de informații pe flancul vestic al ridicării Pogăceaua (Transilvania), Ostrovul Mare—Tg. Cărbunești, Bistrețul—Novaci și în zona de curbură a Carpaților. Pe de altă parte, se vor iniția experimentări urmărind stabilirea unei metodologii care să conducă la cunoașterea secțiunii geologice superficiale (pe cca 50 km), în zonele de fliș. Aceste elemente vor fi coroborate cu datele furnizate de cartarea geologică de suprafață și cu cele provenite din foraje.

Bineînțeles, cercetările seismice care au drept scop stabilirea grosimii sedimentarului și deci aprecierea perspectivelor și fundamentarea forajelor foarte adînci nu se limitează numai la aspectele amintite mai înainte, ci pot fi substanțial lărgite.

Din complexul de metode de prospecțiune pentru hidrocarburi, face parte și *radiometria*, utilizată în trecut, cu caracter experimental, precum și *geochimia*. Ambele au furnizat date neconcludente. Deși lucrările de prospecțiune geochimică mai continuă încă, nu se întrevede ca aceste două metode să joace un rol demn de luat în considerație în activitatea viitoare.

6. Alături de cartarea geologică și prospecțiunile geofizice, cercetarea geologică s-a executat și cu ajutorul *forajului structural de mică adîncime* (core drill), în depresiunea Comănești, zona miocenă și mio-pliocenă, în Subcarpații din Muntenia de vest și Oltenia, Cîmpia română, Dobrogea de sud, Promontoriul nord-dobrogean, Platforma moldovenească și Depresiunea Bîrladului. Acesta a contribuit la rezolvarea unor

probleme stratigrafice, structurale și chiar la descoperirea unor zăcăminte de țiței și gaze.

În ultimii ani, volumul forajului structural de mică adîncime înregistrează o continuă scădere, ca urmare a restrîngerii obiectivelor și zonelor necercetate pînă la 1 000 m.

În următorii ani acest gen de lucrări va continua să-și aducă aportul la cunoașterea geologică a țării noastre. Obiective de mică adîncime urmează să fie cercetate în sudul Platformei moesice (inclusiv Balta Ialomiței și a Brăilei), în zona miopliocenă, în Depresiunea panonică și Depresiunea Transilvaniei. Pentru investigarea cît mai completă a obiectivelor din regiunile amintite se impune creșterea ponderii metrajului carotat, precum și utilizarea unor echipamente moderne de investigare geofizică a găurilor de sondă, cu prelucrarea la calculator a informațiilor obținute. Dat fiind că o parte din forajele ce se vor săpa vor avea caracter de explorare, se impune ca acestea să extragă și probe de conținut ale stratelor pe care le traversează.

★

În concluzie se impune să se rețină că activitatea viitoare de prospecțiune se va baza pe metoda seismică și că la gradul actual de cunoaștere, informațiile seismice nu mai pot constitui întotdeauna elemente determinate în proiectarea lucrărilor de foraj, ci elemente componente, alături de informațiile furnizate de foraje, de studiile sedimentologice, paleogeografice etc. Dar pentru ca aceste elemente să fie cît mai utile, se simte nevoia unor progrese substanțiale în tehnica execuției și prelucrării lor. Cu alte cuvinte, viitorul pretinde mai multă calitate și în această direcție trebuie dirijte eforturile specialiștilor.

Mat. **D. Zorilescu**
Institutul de geologie și geofizică București

Modele de optimizare a unor capacități de transport în subteran—aplicație a teoriei firelor de așteptare și statisticii matematice

Un sistem de transport bine dimensionat și condus joacă un rol important în procesul de extracție.

Metodele matematice pot constitui un instrument eficace de optimizare atît a capacității sistemului, cît și a conducerii sale operative.

În lucrare ne propunem elaborarea a două modele pentru optimizarea capacităților prin aplicarea teoriei firelor de așteptare și statisticii matematice.

Pentru studiul conducerii operative și dispecerizării transportului în subteran se folosesc metode de simulare și metode ale teoriei grafelor.

Această ultimă problemă va face obiectul unei lucrări ulterioare.

În privința capacităților de transport se pot deosebi două situații :

— un transport subdimensionat va conduce la aglomerări de material derocat și deci la stagnări în procesul de producție ;

— un transport supradimensionat va conduce la cheltuieli inutile de menținere în funcțiune.

Este necesar prin urmare să se determine capacitățile optime ale sistemului de transport, ceea ce se poate face prin aplicarea modelelor de optimizare care se vor prezenta în lucrare.

1. Model de determinare a capacității optime de transport a materialului derocat, de la un punct de lucru la o gură de evacuare. Aplicație a teoriei firelor de așteptare

1.1. *Generalități asupra teoriei firelor de așteptare*

Teoria firelor de așteptare a fost mai puțin folosită chiar în străinătate pentru rezolvarea unor probleme de decizie în industria minieră.

La noi în țară, pînă în prezent, nu am întîlnit o aplicație practică în acest domeniu.

Considerăm de aceea necesară prezentarea unor elemente ale teoriei firelor de așteptare.

Un fenomen de așteptare are loc, sau un sistem de așteptare ia naștere, atunci cînd avem un *centru de servire* format din una sau mai multe *stații de serviciu*, iar unitățile ce intră în sistem sosesc la intervale de timp regulate sau neregulate și sînt servite în funcție de starea în care se află stațiile de serviciu.

Dacă nici o stație de serviciu nu este disponibilă, atunci unitățile ce au intrat în sistem trebuie să aștepte și se produce un *șir* (*fir*) *de așteptare*.

Unitățile ce sosesc într-un sistem de așteptare pot fi, spre exemplu : clienții ce intră într-un magazin, camioanele ce sosesc într-o stație de încărcare, comenzile la un atelier ; sau în mine-

rit : utilajele defecte ce vin într-o întreprindere de reparaţii, vagonetele cu material excavat ce sosesc la rampa puţului de extracţie, tonele produse în fiecare loc de muncă şi care urmează a fi transportate etc.

Staţiile de serviciu pot fi : vînzătorii în magazine, instalaţiile de încălzire, mecanicii pentru reparaţii, puţul de extracţie, trenurile cu vagonete pentru transportul produsului excavat etc.

Vom da în tabelul 1, după Kaufmann, cîteva exemple de fenomene de aşteptare, completate cu exemple din industria minieră.

Tabelul 1

Sosiri	Felul serviciului	Staţii
Clienţi	Vînzarea unui articol	Vînzători
Vapoare	Descărcare	Docuri
Avioane	Aterizare	Piste
Apeluri telef.	Conversaţie	Circuite telefonice
Sosiri la vamă	Control la vamă	Vameş
Mesaje	Decodificare	Decodificatori
Maşini de reparat	Reparaţia	Mecanici
Incendii	Stingerea focului	Vehicule de stingere
Comenzi	Confecţia sau reparaţia	Ateliere
Corespondenţă	Dactilografiere	Dactilografe
Vagonete cu material excavat	Transport pe puţul de extracţie	Puţ de extracţie
Tone produse	Transport cu vagonete	Vagonete
Camioane de transport	Încărcarea camioanelor	Instalaţii de încărcare

Schematic, în figura 1 se prezintă un sistem de aşteptare format din sursa unităţilor ce intră în sistem, firele de aşteptare şi staţiile de serviciu.

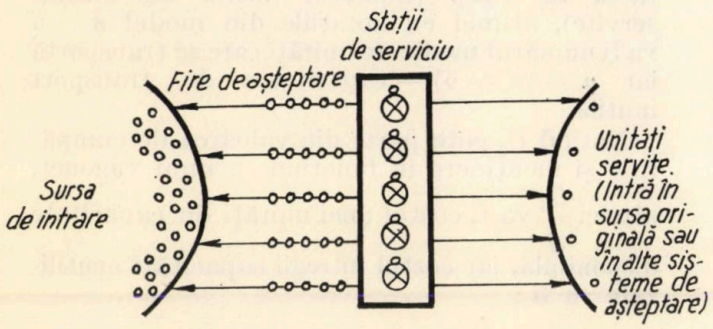


Fig. 1. Schema generală a unui sistem de aşteptare.

Sosirile într-un sistem de aşteptare pot să se producă la intervale de timp egale, la intervale de timp neegale, dar cunoscute, sau la intervale de timp neeagle care apar întîmplător, dar care se înscriu într-o lege de probabilitate.

S-a constatat că în general cînd sînt satisfăcute aceleaşi condiţii, sosirile unităţilor în sistemul de aşteptare urmează de regulă o lege de repartiţie Poisson.

Se poate verifica pe date concrete de observaţie că o serie de variabile ce pot fi întîlnite în studiul proceselor miniere de producţie, ca spre exemplu : numărul de defecţiuni pe unitate de timp a unui utilaj, numărul de utilaje necesar a fi reparat în unitatea de timp, numărul de vagonete pline ce sosesc în unitatea de timp la rampa puţului, numărul de tone produse în unitatea de timp într-un abataj etc. urmează legi statistice ce nu se abat esenţial de la o lege Poisson.

O altă caracteristică importantă a unui fenomen de aşteptare este durata sau timpul de serviciu care poate fi constant variabil, dar cunoscut întîmplător şi deci cunoscut doar în probabilitate.

De regulă durata de servire urmează o lege de probabilitate exponenţială negativă.

1.2. *Relaţii de calcul în teoria firelor de aşteptare*

Cu ajutorul legilor de repartiţie determinate se poate calcula :

— probabilitatea sosirii a „n“ unităţi în unitatea de timp t (legea Poisson);

$$P_n(t) = \frac{(\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n} \qquad (1)$$

unde λ este numărul mediu de sosiri în unitatea de timp;

— probabilitatea duratei de serviciu (legea exponenţială) :

$$P(\tau > \tau_0) = e^{-\mu\tau} \qquad (2)$$

sau densitatea de probabilitate a duratelor de serviciu

$$f(\tau) = \mu e^{-\mu\tau} \qquad (3)$$

unde μ este numărul mediu de unităţi servite într-un timp dat. Cu parametrii λ şi μ se defineşte o caracteristică fundamentală în teoria aşteptării şi anume *factorul de serviciu* sau *intensitatea de trafic* :

$$\rho = \lambda/\mu \qquad (4)$$

Dacă : $\rho > 1$ adică $\lambda > \mu$ se produc aşteptări în şir.

$\rho < 1$ adică $\lambda < \mu$ apar durate de inactivitate ale staţiilor.

Această mărime indică, în medie, numărul de unităţi care vin în perioada unui singur timp de serviciu.

Odată cunoscută valoarea lui ρ se pot determina toate celelalte caracteristici ale unui fenomen de aşteptare, prin formule specifice diferitelor modele. Aceste caracteristici sînt :

$P_n(t)$ — probabilitatea ca în sistem la momentul t, să se afle n unităţi;

$P(N>0)$ — probabilitatea ca să avem cel puţin o unitate în sistem;

$\bar{n}$ — numărul mediu de unităţi în sistemul de aşteptare;

$\bar{\upsilon}$ — numărul mediu de unităţi în şirul de aşteptare;

$\bar{t}_f$ — timpul mediu de aşteptare în şir;

$\bar{t}$ — timpul mediu de aşteptare în sistem;

$P(>\theta)$ — probabilitatea de a se aştepta mai mult decît o durată dată θ;

$P(>0)$ — probabilitatea unei aşteptări oarecare.

Există trei tipuri de modele de fire de aşteptare:

1) modele cu o singură staţie;
2) modele cu mai multe staţii;
3) modele cu veniri în grup.

Pentru modelele cu mai multe staţii se poate pune şi problema determinării numărului optim de staţii de serviciu. Se face apel pentru aceasta la criterii economice.

În cercetările miniere putem avea de-a face cu modele cu o singură staţie (ex. sosirea vagonetelor la rampa puţului de extracţie şi transportul pe puţ sau evacuarea materialului derocat de la un loc de muncă cu vagonete) şi cu mai multe staţii (ex.: sosirea utilajelor defecte la o întreprindere de reparaţii la care lucrează mai mulţi mecanici).

Pentru modelul cu o singură staţie vom prezenta pe scurt doar formulele de calcul al caracteristicilor amintite în funcţie de factorul de serviciu:

$$Pn(t) = (1-\rho)\rho^n; \quad P(>\theta) = \rho e^{-\mu\theta(1-\rho)}$$

$$P(N>0) = \rho; \qquad P(>0) = \rho$$

$$\bar{n} = \frac{\rho}{1-\rho}$$

$$\bar{\upsilon} = \frac{\rho^2}{1-\rho} \qquad (5)$$

$$\bar{t}_f = \frac{\rho}{\mu(1-\rho)}$$

$$\bar{t} = \frac{1}{\mu(1-\rho)}.$$

Procesul de derocare şi de transport al producţiei realizate de la un loc de muncă la o gură de evacuare poate fi descris printr-un astfel de model de fir de aşteptare cu o singură staţie de serviciu.

Unităţile care intră în sistem sînt tonele produse la locul de muncă. Staţia de serviciu poate fi constituită de trenul cu vagonete pentru transport.

Pe baza a două statistici, una asupra producţiei realizate, iar a doua asupra producţiei transportate pe unitatea de timp, se poate calcula cu uşurinţă numărul mediu λ de tone produse în unitatea de timp şi numărul mediu μ de tone transportate pe unitatea de timp.

Evident μ depinde de numărul m de vagonete şi de capacitatea acestora q.

Cunoscînd valorile lui λ şi μ se determină factorul de serviciu ρ şi apoi toate caracteristicile modelului.

Pentru diverse capacităţi de transport, adică diferite valori pentru m şi q, se poate calcula $\mu = mq$ şi apoi caracteristicile modelului.

Capacitatea optimă de transport „μ" s-ar putea alege în raport cu unul din următoarele criterii:

— timp mediu minim de aşteptare în şir adică minim $(\bar{t}_f)$;

— timp mediu minim de aşteptare în sistem, adică minim $(\bar{t})$;

— probabilitatea de a se aştepta mai puţin decît o durată dată θ, adică $P = 1 - P(>\theta)$;

— probabilitatea unei aşteptări oarecare minimă, adică minim $[P(>0)] = \min(\rho)$.

Aceste criterii nu ţin însă cont şi de aspectele economice.

Se poate aplica şi un criteriu economic de optimizare.

O capacitate insuficientă de transport atrage după sine necesitatea stocării la locul de muncă a unei producţii (aglomerate în sistemul de aşteptare).

Fie C_1 costul suplimentar datorat stocării unei unităţi de producţie.

Cum $\bar{\upsilon}$ este numărul mediu de unităţi în şirul de aşteptare (producţia stocată), atunci costul mediu de stocare va fi $C_1\bar{\upsilon}$.

Un transport supradimensionat face ca o parte din capacitatea sa să nu fie folosită şi deci se produc cheltuieli inutile în sistemul de transport.

Dacă μ este capacitatea de transport în unitatea de timp (numărul mediu de unităţi servite), atunci cu notaţiile din model $\bar{n} - \bar{\upsilon}$ va fi numărul mediu de unităţi care se transportă iar $\mu - (\bar{n} - \bar{\upsilon})$ — capacitatea de transport inutilă.

Notînd C_2 cota parte din valoarea de cumpărare şi menţinere în funcţiune a unui vagonet, atunci $\frac{C_2}{q}$ va fi costul unei unităţi de capacitate disponibilă, iar costul întregii capacităţi neutilizate va fi:

$$\frac{C_2}{q}[\mu - (\bar{n} - \bar{\upsilon})] \qquad (6)$$

sau exprimat în funcţie de λ şi μ

$$\frac{C_2}{q}\left(\mu - \frac{\lambda}{\mu}\right). \qquad (7)$$

Cu aceste date costul mediu total de stocare şi neutralizare a întregii capacităţi va fi

$$K(\mu) = C_1\frac{\lambda^2}{\mu(\mu-\lambda)} + \frac{C_2}{q}\left(\mu - \frac{\lambda}{\mu}\right). \qquad (8)$$

Capacitatea optimă de transport în unitatea de timp va fi dată de una din rădăcinile ecuației ce rezultă din anularea derivatei.

$$\frac{dK(\mu)}{d\mu} = 0. \qquad (9)$$

Efectuînd derivata avem

$$-C_1\lambda^2\frac{2\mu-\lambda}{\mu^2(\mu-\lambda)^2}+\frac{C_2}{q}\left(1+\frac{\lambda}{\mu^2}\right)=0$$

sau

$$-C_1q\lambda^2(2\mu-\lambda)+C_2(\mu-\lambda)^2(\mu^2+\lambda)=0 \qquad (10)$$

cu condiția $\mu \neq 0$ și $\mu \neq \lambda$.

Se va obține o ecuație de gradul 4 în μ care datorită coeficienților săi este greu de rezolvat prin metodele exacte cunoscute.

Se poate folosi o metodă aproximativă de rezolvare.

Notăm

$$f(\mu) = C_1q\lambda^2(2\mu-\lambda) \qquad (11)$$

$$g(\mu) = C_2(\mu-\lambda)^2(\mu^2+\lambda). \qquad (12)$$

Se vor construi grafic cele două funcții, iar abscisa punctului de intersecție a graficelor lor va indica valoarea optimă pentru μ.

Cunoscînd capacitatea q a unui vagonet, se poate determina numărul optim de vagonete transportate pe schimb $m = \mu/q$.

În cele ce urmează vom exemplifica modul practic de calcul.

Să presupunem pentru aceasta următoarele date inițiale :

$\lambda = 200$ t/schimb ;
$C_1 = 0{,}10$ lei/t și schimb ;
$C_2 = 2$ lei/schimb și vagonet ;
$q = 2$ t.

Cu aceste date ecuația pentru determinarea capacității optime va fi :

$$-8000(2\mu-200)+2(\mu-200)^2(\mu^2+200)=0$$

sau

$$4000(2\mu-200)=(\mu-200)^2(\mu^2+200).$$

Vom construi grafic funcțiile $f(\mu)$ și $g(\mu)$ definite de membrul stîng și drept al ecuației precedente.

În tabelul 2 se calculează valorile funcțiilor pentru diferite valori ale lui μ, iar în figura 2 se reprezintă grafic aceste funcții.

Rezultă $\mu_{opt} = 205$ t ceea ce înseamnă un număr de circa 103 vagonete de 2 t transportate într-un schimb.

Cu un tren de 10 vagonete ar însemna un număr de 10—11 transporturi pe schimb.

Tabelul 2

μ	200	201	202	203	204	205
$f(\mu)$	800000	808000	816000	824000	832000	840000
$g(\mu)$	0	40401	163216	370881	665856	1050625

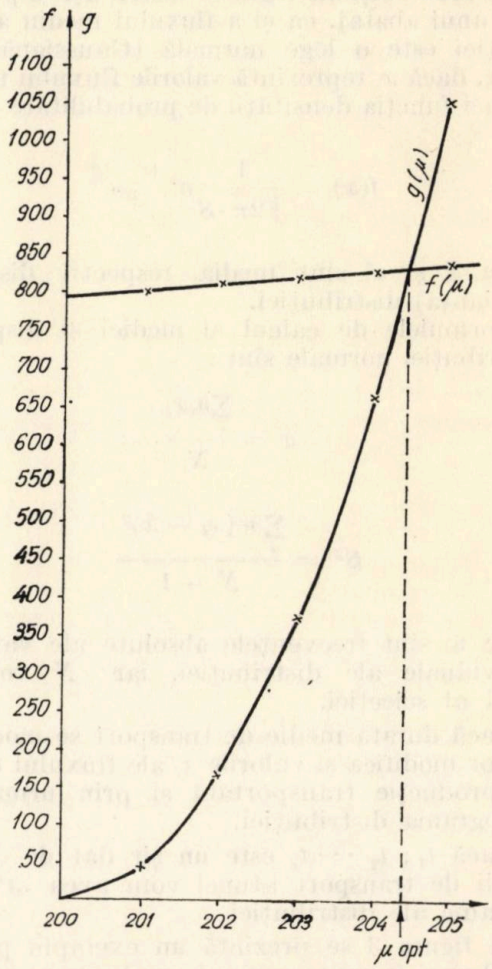


Fig. 2. Determinarea grafică a capacității optime de transport.

2. Model de determinare a capacității sistemului de transport pentru deservirea abatajelor și determinarea unor capacități tampon de depozitare. Aplicații ale metodelor statisticii matematice

Să considerăm un abataj cu o producție medie stabilită și o tehnologie bine precizată pentru realizarea producției.

Condițiile concrete în care se va desfășura producția, definite de variația durității rocilor, de stagnări neprevizibile ale procesului de producție etc., vor face ca în timp, să se producă cantități de producție care se vor înscrie într-o anumită lege de distribuție.

Dacă se raportează producția abatajului la durata medie a operației de transport din abataj, se obține un parametru ce poate fi

denumit „flux mediu de producţie" transportată. Şi acest parametru urmează o lege de distribuţie care poate fi determinată.

Valorile individuale vor varia în jurul valorii medii, variaţie definită de o dispersie (variantă) ce se poate calcula prin metodele statisticii matematice.

În mod obişnuit legea de distribuţie a producţiei unui abataj, ca şi a fluxului mediu al producţiei este o lege normală (Gaussiană), aşa încît, dacă x_i reprezintă valorile fluxului mediu, atunci funcţia densităţii de probabilitate va fi :

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot S} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}} \qquad (13)$$

unde $\bar{x}$ şi s^2 sînt media, respectiv dispersia (varianţa) distribuţiei.

Formulele de calcul al mediei şi dispersiei distribuţiei normale sînt :

$$\bar{x} = \frac{\sum_i n_i x_i}{N} \qquad (14)$$

$$S^2 = \frac{\sum_i n_i (x_i - \bar{x})^2}{N - 1} \qquad (15)$$

unde n_i sînt frecvenţele absolute ale valorilor individuale ale distribuţiei, iar N volumul total al selecţiei.

Dacă durata medie de transport se modifică, se vor modifica şi valorile x_i ale fluxului mediu de producţie transportată şi prin urmare şi histograma distribuţiei.

Dacă t_1 ; $t_2 \cdots t_r$ este un şir dat de durate medii de transport atunci vom avea „r" histograme ale distribuţiei.

În figura 3 se prezintă un exemplu pentru cazul unei anumite perioade medii de transport,

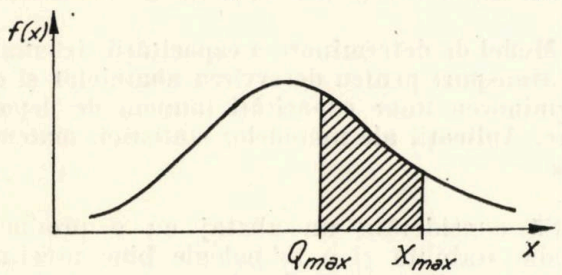


Fig. 3.

t_i (construită pe baza datelor statistice — producţie raportată la durata medie de transport). Notăm

x_{max} = valoarea maximă a fluxului mediu de producţie transportată, pentru un t_i dat (valoarea maximă a şirului de date statistice).

Q_{max} = capacitatea maximă a instalaţiei de transport pentru o durată medie de transport t_i.

Dacă :

$$Q_{max} < x_{max}$$

atunci capacitatea de transport fiind insuficientă se va produce o aglomerare a producţiei şi va fi necesară construirea unui siloz pentru înmagazinarea temporară a surplusurilor.

Această situaţie conduce fie la o pierdere de producţie fie la creşterea cheltuielilor prin crearea capacităţii de depozitare.

Dacă

$$Q_{max} > x_{max}$$

atunci întreaga cantitate produsă va fi transportată, dar vor creşte cheltuielile de transport.

Este necesară prin urmare găsirea unei situaţii de echilibru.

Următorii factori vor interveni în analiză :

— variaţiile în timp ale fluxului producţiei transportate pentru o durată medie de transport, dată ;

— efectul economic al producţiei pierdute datorită unei capacităţi insuficiente de transport ;

— efectul economic al unei capacităţi de transport supradimensionate ;

— efectul economic al creării unor capacităţi de depozitare ;

— reducerea pierderilor de producţie datorită creării capacităţilor de depozitare.

În cazul unei capacităţi maxime de transport mai mică decît valoarea fluxului maxim al producţiei, producţia pierdută în raport cu capacitatea maximă de transport va fi dată de suma fluxurilor medii de producţie mai mari decît Q_{max} care nu pot fi transportate, raportate la Q_{max}, adică

$$q = \frac{\int_{Q_{max}}^{x_{max}} x f(x) \mathrm{d}x}{Q_{max}} . \qquad (16)$$

Pentru a nu se pierde această producţie se poate crea un siloz cu o capacitate de $(x_{max} - Q_{max})_i$ pentru durata medie de transport t_i.

Acest lucru este valabil dacă silozul este gol ori de cîte ori

$$x_{max} > Q_{max}.$$

Dacă considerăm că se poate accepta ca producţia pierdută în raport cu capacitatea de transport să fie q_0 (o valoare apropiată de zero), atunci avem

$$q_0 = \frac{\int_{Q_{max}}^{x_{max}} x f(x) \mathrm{d}x}{Q_{max}} . \qquad (17)$$

Pentru o repartiţie normală relaţia (17) se scrie

$$q_0 Q_{max} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\, S} \int_{Q_{max}}^{x_{max}} x\, e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2S^2}} \mathrm{d}x \qquad (18)$$

unde $\bar{x}$ și S sînt media și abaterea medie pătratică, calculate cu relațiile (14) și (15).

După rezolvarea integralei din relația (18) rezultă

$$q_0 Q_{max} = \bar{x}[\varphi(B) - \varphi(A)] - \frac{S}{\sqrt{2\pi}}\left[e^{-\frac{B^2}{2}} - e^{-\frac{A^2}{2}}\right] \quad (19)$$

unde $A = \frac{Q_{max} - \bar{x}}{S}$; $B = \frac{x_{max} - \bar{x}}{S}$

iar φ este funcția lui Laplace ce se află tabelată în lucrările de specialitate.

Pentru aplicații practice se pot pune două probleme.

a. Se cere determinarea capacității silozului în cazul unei capacități maxime cunoscute a sistemului de transport, pentru o perioadă medie de transport dată.

Prin urmare fiind date valorile lui q_0 și Q_{max}, din relația (19) se determină o valoare x'_{max}.

Capacitatea silozului va fi :

$$x'_{max} - Q_{max}.$$

Să presupunem următoarele valori obținute în practică

$$Q_{max} = 50 \text{ t/h}$$
$$\bar{x} = 40 \text{ t/h}$$
$$S = 10$$
$$q_0 = 0{,}1$$

Rezultă :

$$A = 1 \text{ și } B = \frac{x_{max} - 40}{10}$$

și prin urmare x'_{max} se va obține ca soluție a următoarei ecuații provenite din (19).

$$5 = 40\left[\varphi\left(\frac{x_{max} - 40}{10}\right) - 0{,}34\right] - 4\left[e^{-\frac{(x_{max}-40)^2}{200}} - 0{,}60\right]; \quad (20)$$

(din tabelul funcției lui Laplace s-a luat $\varphi(1) - 0{,}34$).

Ecuația (20) nu poate fi rezolvată decît numeric. Pentru aceasta o vom scrie sub forma :

$$\varphi\left(\frac{x_{max} - 40}{10}\right) = 0{,}405 + 0{,}1\, e^{-\frac{(x_{max}-40)^2}{200}}. \quad (21)$$

Soluția reală a acestei ecuații va fi dată de abscisa punctului de intersecție a graficelor funcțiilor ce definesc cei doi membri ai ecuației:

$$\varphi(x_{max}) = g(x_{max}).$$

În tabelul 3 se calculează valorile acestor funcții pentru diferite valori ale lui x_{max}.

Cu datele din tabelul 3 se construiește graficul din figura 4 de unde rezultă $x'_{max} = 56$.

Tabelul 3

x_{max}	$\frac{x_{max}-40}{10}$	$\frac{1}{2}\left(\frac{x_{max}-40}{10}\right)^2$	$e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x_{max}-40}{10}\right)^2}$	$\varphi(x_{max})$	$g(x_{max})$
40	0	0	1,000	0,000	0,505
50	1	0,50	0,600	0,341	0,465
60	2	2,00	0,135	0,477	0,419
70	3	4,50	0,011	0,499	0,406
80	4	8,00	0,000	0,5000	0,405
90	5	12,50	0,000	0,5000	0,405

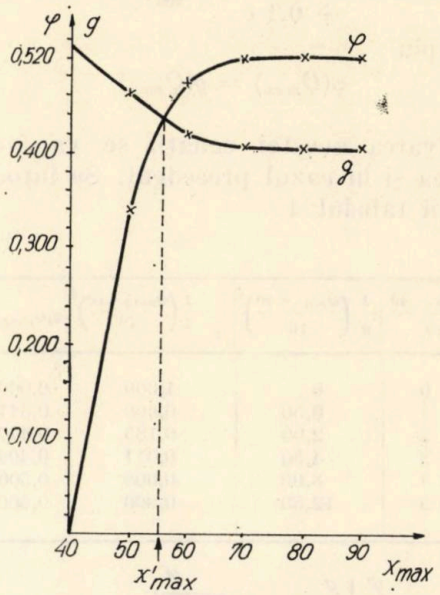


Fig. 4. Determinarea valorii x'_{max}.

Rezultă o capacitate a silozului de aproximativ

$$x'_{max} - Q_{max} = 56 - 50 = 6 \text{ t/h}.$$

b. Se cere să se determine capacitatea maximă necesară a sistemului de transport într-o perioadă medie de transport cunoscută, cînd valoarea maximă a fluxului de producție este dată.

Să presupunem următoarele date ale problemei

$$x_{max} = 60 \text{ t/h}$$
$$\bar{x} = 40 \text{ t/h}$$
$$S = 10$$
$$q_0 = 0{,}1.$$

Din relația (19) vom determina capacitatea maximă, necesară, a sistemului de transport.

Avem mai întîi

$$A = \frac{Q_{max} - 40}{10}; \quad B = 2$$

și deci

$$0{,}1\,Q_{max} = 40\left[0{,}48 - \varphi\left(\frac{Q_{max} - 40}{10}\right)\right] - 4\left[0{,}135 - e^{-\frac{(Q_{max}-40)^2}{200}}\right] \qquad (22)$$

(din tabelul funcției lui Laplace $\varphi(2) = 0{,}48$).

Prin calcule ecuația (22) se scrie

$$\varphi\left(\frac{Q_{max} - 40}{10}\right) = 0{,}4665 - 0{,}0025\,Q_{max} + 0{,}1\,e^{-\frac{(Q_{max}-40)^2}{200}} \qquad (23)$$

sau simplu

$$\varphi(Q_{max}) = g(Q_{max}).$$

Rezolvarea acestei ecuații se va face tot grafic, ca și în cazul precedent. Se întocmește mai întîi tabelul 4.

Tabelul 4

Q_{max}	$\frac{Q_{max} - 40}{10}$	$\frac{1}{0}\left(\frac{Q_{max} - 40}{10}\right)^2$	$e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{Q_{max}-40}{10}\right)^2}$	$\varphi(Q_{max})$	$g(Q_{max})$
40	0	0	1,000	0,000	0,467
50	1	0,50	0,600	0,341	0,402
60	2	2,00	0,135	0,477	0,330
70	3	4,50	0,011	0,499	0,293
80	4	8,00	0,000	0,500	0,267
90	5	12,50	0,000	0,500	0,242

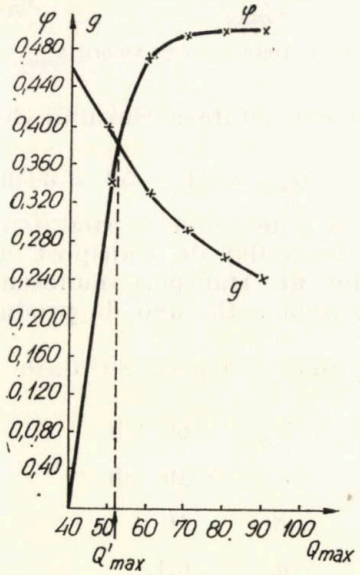


Fig. 5. Determinarea grafică a capacității optime de transport.

Pe grafic (fig. 5) se citește cu ușurință capacitatea de transport necesară

$$Q'_{max} = 52 \text{ t/h}.$$

Observații

Datele care au fost considerate se referă la o durată medie a transportului într-un schimb de 5 ore.

Rezultatele celor două probleme se vor multiplica cu 5 pentru a obține rezultate valabile unui schimb.

Astfel, pentru problema (**a**) capacitatea silozului va fi de 60 t / schimb, iar pentru problema (**b**) capacitatea de transport într-un schimb va fi de 260 t.

Transformînd în acest fel și datele inițiale ale problemei va rezulta că soluțiile sînt obținute pentru o producție medie $\bar{x} = 40 \times 5 = 200$ t/schimb cu o producție maximă posibilă de 300 t / schimb.

Concluzii

În lucrare s-au prezentat două modele matematice, primul de teoria așteptării, iar al doilea de statistică matematică, pentru optimizarea anumitor capacități de producție din cadrul procesului de transport în subteran.

O optimizare globală se poate realiza fie prin optimizări ale proceselor parțiale, dar înlănțuite în logica desfășurării întregului proces, fie prin optimizarea directă a întregului proces folosind tehnica simulării ceea ce conduce la posibilitatea dispecerizării și conducerii operative.

Simularea transportului în subteran va face obiectul unei lucrări viitoare.

Pentru modelele elaborate s-au efectuat aplicații practice pe cifre fictive, dar apropiate realității.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mihoc, Gh., Ciucu, G., Muja Aneta *Modele matematice ale așteptării*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1973.

[2] Kaufmann, A. *Metode și modele ale cercetării operaționale*. Ed. științifică, București, 1967.

[3] Iosifescu, M., Mihoc, Gh., Theodorescu, R. *Teoria probabilităților și statistica matematică*. Ed. tehnică, București, 1966.

[4] Zorilescu, D. *Metode matematice de analiză și decizie în geologie și minerit*. Ed. tehnică, București, 1972.

[5] Zorilescu, D. *Metode moderne aplicate în activitatea de exploatare și reparare a fondurilor fixe*. Note de curs, Centrul Special de Perfecționare al MMPG, București, 1973.

Ing M. Dogaru

Corelarea parametrilor de extracție și stabilitate la exploatarea sării prin dizolvare în R. S. România

Dizolvarea corpurilor reprezintă unul din cele mai răspîndite fenomene fizico-chimice din natură. Acest fenomen constituie un exemplu fundamental de transformare continuă a unui corp solid în corp lichid.

Dizolvarea, ca fenomen fizico-chimic, se petrece în spațiu și în timp, între anumite limite și este un fenomen echilibrat la nivelul de acțiune al reacției fizico-chimice.

În cazul sondelor din zăcămîntul de sare, dizolvarea generează în masiv un gol a cărui formă și dimensiuni depind de metoda de exploatare și dirijare aplicată.

Deși fenomenul de dizolvare este unul singur și este reprezentat de o singură ecuație fundamentală, reproducerea lui practică se poate face, în cadrul mai multor procedee definite ca metode de exploatare a zăcămintelor de săruri.

Fiecare metodă de exploatare în parte, are formula ei matematică (fundamentarea ei științifică) care provine din ecuația matematică unică a fenomenului fundamental de dizolvare.

Firește, în acest caz, nu poate exista nici o confuzie între formula fundamentală și formulele particulare deduse din ea, prin simplificări de factori și prin reținerea numai a acelora care intervin în tehnologia practicată de metoda aleasă.

Analitic, matematic, fenomenul fundamental prin care se generează golul și se reproduce evidența săpării unei excavații, se exprimă ordonat și complet, astfel:

$$\underbrace{f\pi R_{max}^2 h\gamma_s}_{\substack{\text{cantitatea de sare supusă dizolvării (după consumarea fenomenului)}}} = \underbrace{qC_s T_{total}}_{\substack{\text{cantitatea de sare extrasă}}} + \underbrace{f\pi R_{max}^2 hc_m}_{\substack{\text{cantitatea de sare rămasă în gol}}} + f\pi R^2 h\gamma_s p_{steril}; \text{ tone} \quad (1)$$

$$\underbrace{\qquad\qquad}_{\substack{\text{cantitatea de steril depusă în golul sondei}}}$$

sau:

$$f\pi R_{max}^2 h[\bar{\gamma}_s(1 - p_{steril}) - c_m] = q C_s T_{total}; \text{ tone.} \quad (2)$$

Relația cuprinde următorii factori:

- f — coeficientul care caracterizează forma geometrică a golului la diametrul maxim sau proiectat (raportul dintre volumul dizolvat și volumul proiectat);
- R_{max} — raza maximă sau proiectată a golului de dizolvare, m;
- h — înălțimea cilindrului de dizolvare, m;
- γ_s — greutatea specifică a sării geme, t/m³;
- p_{steril} — proporția în greutate de steril, %;
- c_m — concentrația saramurii rămase în gol, t/m³;
- C_s — concentrația saramurii extrase, t/m³;
- T_{total} — timp total de funcționare a sondelor, în ore;
- q — debitul de producție în m³/h.

Ecuația (2) este susceptibilă de modificări.

Dintre acestea cele mai importante și uzuale sînt reprezentate de egalitățile:

$$R_{max} = d + V_0 T; \text{ m} \quad (3)$$

$$h = V_v T_{total} = N \cdot W \left| \frac{T_{total}}{24} \right|; \text{ m} \quad (4)$$

în care:

- d este diametrul inițial al găurii de foraj, m;
- V_0 — viteza de dizolvare orizontală în m/h;
- T — timpul de dizolvare, din perioada de amorsare în ore;
- V_v — viteza de dizolvare verticală în m/h;
- N — frecvența ridicărilor în 24 ore;
- W — viteza de ridicare a coloanei de exploatare pe o perioadă; m/perioadă.

În cazul metodei cu ridicări în trepte, grupul de factori reprezentați de ecuația (4) de mai sus pot să fie simplificați și grupați altfel, deoarece frecvența N și viteza de ridicare W capătă valori foarte mici.

Atît frecvența, cît și viteza de ridicare reprezintă mărimi care, în cazul sondelor de exploatare a sării se evidențiază mai bine numai la valori mici ale unității de timp (cazul metodei cu ridicări continue).

Ecuația (2) reprezintă în același timp și o normă tehnologică de dimensionare fără de care un cîmp de sonde nu poate fi proiectat.

Pentru verificarea condiţiilor de lucru şi pentru determinarea indicilor tehnico-economici realizaţi după cavernometrarea golurilor, de regulă, se utilizează aceeaşi relaţie (2) în care apare însă raza medie cavernometrată.
Astfel :

$$f\pi R^2_{\substack{mediu\\ cav.}} \cdot h\,[\gamma_s\,(1 - p_{steril}) - c_m] = q\,C_s\,T_{total}, \text{ tone.} \tag{5}$$

Este important de remarcat că odată cu răspîndirea procedeelor de exploatare a sării prin sonde au apărut şi diferite forme ale formulelor matematice caracteristice diferitelor metode de exploatare, dar care, în unele cazuri, prezintă erori sau sînt complicate şi neexplicite, comparativ cu formula fundamentală a ecuaţiei de dizolvare prezentată (1) sau (2).

De aceea, pentru metodele mai cunoscute de exploatare prin sonde, în cele ce urmează vom căuta să clarificăm importanţa apariţiei, în formulele caracteristice, a factorilor componenţi, cît şi limitele lor valorice.

Vom începe o analiză specială a factorului f, care caracterizează forma golului creat.

I. Cazul metodei cu ridicări continue

Ecuaţia caracteristică după care se desfăşoară fenomenul la această metodă este :

$$W = \frac{24\,q\,C_s}{\pi R^2_{pr}\,(\gamma_s - c_m)} \text{ ; m/zi (viteză de ridicare)} \tag{6}$$

sau

$$\pi R^2_{pr}\,(\gamma_s - c_m)\,W = 24\,q\,C_s, \text{ tone/zi} \tag{7}$$

în care R_{pr} este raza proiectată.

Ecuaţia (7) se deduce din ecuaţia (2) făcîndu-se următoarele identificări şi consideraţii asupra factorilor componenţi :

p = proporţia de steril = 0

$T_{total} = 24$ ore

— coeficientul f s-a proiectat a avea valoarea 1 (este indicat totuşi ca acest coeficient f să apară, în ecuaţia (7), deoarece el realmente există şi se evidenţiază după realizarea golului).

Valabilitatea ecuaţiei (7) este condiţionată de valoarea coeficientului f în condiţiile măsurării precise a debitului q, a concentraţiei C_s, cît şi a razei cavernometrate.

Lucrările de laborator, semiindustrial şi industrial confirmă, la metoda cu ridicări continue, tendinţa de creştere spre valoarea 1 a coeficientului de formă f (2, 3, 4, 5).

II. Cazul metodei cu ridicări în trepte

Ecuaţia caracteristică, prezentată de literatura sovietică (7, 8, 9) după care se desfăşoară fenomenul în trepte, verificată şi în R.S.R. în toate fazele (laborator, pilot şi industrial), este :

$$h_{tr} = 14{,}4\,\frac{K \cdot q \cdot C_s}{\pi \cdot r \cdot w \cdot \gamma_s}, \text{ m.} \tag{8}$$

sau

$$\pi \cdot r \cdot w \cdot h_{tr} \cdot \gamma_s = 14{,}4\,K \cdot q \cdot C, \tag{9}$$

în care avem :

r (raza de dizolvare) = 0,6 R_{pr}, m (Babko — literat. 7) ;

w — viteza de dizolvare pe 24 ore exprimată prin egalitatea

$w = \frac{0{,}6\,R_{pr}}{t_{zile}}$, m/24 h ; (Babko — literat. 7) ;

h_{tr} — treapta de dizolvare, în m, realizată în timpul t, zile sau ore ;

K — constantă care ţine seama de cantitatea de sare rămasă în gol (are o valoare de cca. 17% din cantitatea de sare extrasă) ;

q — debitul de producţie, m³/h ;

C_s — concentraţia saramurii extrase, t/m³.

Se va căuta evidenţierea formei geometrice la rază cunoscută a golului creat prin aplicarea ecuaţiei (8) printr-un coeficient de formă f, ţinînd seama că la metoda de exploatare cu ridicări în trepte, forma golului nu este cilindrică.

Identificarea ecuaţiei (8) cu ecuaţia (2) se face după exprimarea tuturor factorilor, cu aceleaşi valori şi în aceleaşi unităţi de măsură adică după omogenizarea ecuaţiei (8).

Se consideră de asemenea procentul de steril, p = 0.

În acest caz, ţinînd seama de notaţiile indicate de literatura sovietică (7) prezentate mai sus ecuaţia (9) devine :

$$\pi \cdot 0{,}6\,R_{pr} \cdot \frac{0{,}6\,R_{pr}}{t_{zile}}\,h_{tr}\gamma_s = 14{,}4\,K\,q\,C_s\,; \tag{10}$$

sau :

$$0{,}36\,\pi_{pr}\,R^2_{pr} \cdot h_{tr} \cdot \gamma_s = 14{,}4\,K \cdot qC \cdot t_{zile}\,; \text{ tone} \tag{11}$$

sau

$$0{,}36\,\pi\,R^2_{pr} \cdot h_{tr} \cdot \gamma_s = 0{,}6\,K \cdot q \cdot C \cdot 24 \cdot t_{zile}\,; \text{ tone} \tag{12}$$

sau

$$0{,}36\ \pi R_{pr}^2 \cdot h_{tr} \cdot \gamma_s = 0{,}6\ K \cdot q \cdot C \cdot t_{ore}\ ;\ \text{tone.} \quad (13)$$

Dacă se împarte membrul stîng şi membrul drept cu 0,6 relaţia (13) capătă o formă comparabilă cu ecuaţia (2).

$$0{,}6\ \pi R_{pr}^2\ h_{tr} \cdot \gamma_s = K \cdot q \cdot C_s\ t_{ore}\ ;\ \text{tone.} \quad (14)$$

În consecinţă, comparînd relaţia (14) cu relaţia (2) simplificată rezultă un coeficient de formă $f = 0{,}6$.

Din analiza de mai sus rezultă că prin metoda cu ridicări în trepte se extrage teoretic numai 60% din cantitatea totală conţinută în cilindrul golului de dizolvare.

Această constatare s-a verificat în R.S.R. la fazele laborator şi pilot (2, 3) şi urmează să se verifice în prezent şi la faza industrială, la Ocnele-Mari şi Tg. Ocna.

Este deci necesar să precizăm că evidenţierea coeficientului de formă a golurilor la metodele de exploatare a sării prin sonde cu ridicări continue şi în trepte, prezintă o mare importanţă deoarece acesta clarifică fundamental următoarele probleme :

a) valoarea coeficientului de extracţie a sării, din golul propriu-zis de dizolvare ;

b) forma geometrică a suprafeţei spre care tinde golul de dizolvare, între diferite secţiuni orizontale şi în ansamblul său, la diferite metode de exploatare (valoarea coeficientului f indică tendinţa spre o formă geometrică a golului, de cilindru, trunchi de con, sau con) ;

c) valoarea coeficientului de formă corectează în primul rînd raza golului, pentru a avea o corelaţie reală între forma şi dimensiunea determinată de debitul constant q, la o viteză de ridicare W, corectă (relaţia (6)).

Datele cavernometrice confirmă această corelaţie ;

d) valoarea coeficientului f, respectiv forma geometrică a golului, poate să dea indicaţii asupra rezistenţei sau a portanţei golurilor şi a pilierilor dintre goluri, pe diferite zone sau pe înălţimea integrală a golului.

Se poate uşor constata că lipsa coeficientului de formă f din cinetica dizolvării sărurilor, produce dificultăţi la interpretarea legăturii dintre coeficientul general de extracţie şi stabilitatea întregului zăcămînt, cît şi la îmbunătăţirea metodelor aplicate.

În altă ordine de idei, dacă ne referim la exprimarea înălţimii unei trepte de exploatare, se constată că au apărut în ultimul timp fără să existe o justificare precisă şi alte formule matematice de calcul şi urmărire tehnologică a golurilor de dizolvare.

Se prezintă, în primul rînd, relaţia de calcul al primei trepte de amorsare a golului, bazată pe teoria matematică a probabilităţii, situaţie pe care, din capul locului o considerăm incompatibilă cu fenomenul şi chiar periculoasă pentru această parte de la bază a golului de dizolvare.

Astfel, s-a admis, pentru calculul primei trepte de la amorsare, formula :

$$h = h_0 e^{-pr},\ \text{m} ; \quad (15)$$

în care :

h este înălţimea treptei m ;

h_0 — înălţimea totală a golului, m ;

e — baza logaritmului natural ;

p — proporţia de impurităţi, în % ;

r — raza camerei, m.

Această relaţie nu include în întregime factorii care intervin în procesul de dizolvare, caracteristici pentru transformarea substanţei utile din faza solidă în faza lichidă.

Fundamental, relaţia în cauză nu prezintă debitul, concentraţia şi timpul de dizolvare, pe treaptă.

Se ştie că în fază de amorsare (de pregătire a golurilor de dizolvare) nu se recomandă aplicarea unor formule ale căror rezultate nu pot fi controlate prin valoarea tuturor factorilor corelaţi între ei, care intervin în proces.

În acest caz, rezultă o situaţie periculoasă din punct de vedere al stabilităţii stîlpilor, care pot să se formeze retezaţi, încă de la început şi în special, la adîncimile mari.

În cazul zăcămintelor de sare din ţara noastră, situaţia poate fi şi mai gravă, deoarece valorile rezistenţelor fizico-mecanice ale sării sînt mai mici şi vitezele de dizolvare mai mari decît în cazul zăcămintelor de vîrstă geologică mai veche din alte ţări.

Această situaţie solicită forme de goluri mai rezistente (mai regulate) şi dimensiuni de pilieri şi planşee mai mari.

Vom exemplifica mai jos că relaţia (15) menţionată nu poate fi aplicată cu rezultate acceptabile, în multe cazuri.

De pildă, pentru o rază finală a golului $Rf = 25$ m şi R_i (rază iniţială a găurii forate), neglijabilă, la o proporţie de steril, ex. de 15% şi la o înălţime totală a golului $H = 300$ m se obţine :

$$h = 300\ \frac{1}{2{,}718^{0{,}15 \times 25}} = \frac{300}{42{,}52} = 7\ \text{m şi}$$

pentru aceeaşi sondă, dar cu o rază $r = 50$ m se obţine :

$$h = 300\ \frac{1}{2{,}178^{0{,}15 \times 50}} = \frac{300}{1808} = 0{,}165\ \text{m.}$$

La o înălţime totală mai mică se obţine o înălţime de treaptă şi mai mică.

Dacă se ţine seama de debitul necesar pentru o sondă cu Ø = 100 m (de cca 80 — 100 m³/h) relaţia devine dificil şi temerar de aplicat, deoarece viteza de ridicare a coloanei este neprecizată.

Cu cît timpul de menţinere a coloanei pe loc, la debit mare este mai mare, cu atît subtăierea este mai activă (mai retezătoare) şi mai extinsă în secţiunea stîlpilor, creînd o situaţie periculoasă pentru stabilitatea generală a zăcămîntului.

Coeficientul de extracţie (c) productivitatea (p) şi corelaţia lor cu gradul de solicitare a stîlpului (Δ)

La exploatarea unui perimetru minier dintr-un zăcămînt de sare, prin sonde, distingem următorii coeficienţi de extracţie:

a) coeficient de extracţie din golul de dizolvare propriu-zis a cărui valoare se identifică cu coeficientul de formă *f* a golului*) şi care a fost prezentat în prima parte a articolului;

b) coeficient de extracţie din cîmp în care se ţine seama atît în plan orizontal, cît şi în plan vertical, de stîlpii de rezistenţă rămaşi.

Coeficientul de extracţie a substanţei utile din gol (pct. a) se calculează independent de reţeaua de amplasare a sondelor. Este normal ca acest coeficient de extracţie să fie cît mai mare şi să caracterizeze un gol rezistent ce tinde către forma geometrică de cilindru perfect.

Acest coeficient nu este altul decît coeficientul de formă *f* a golului, prezentat în prima parte a articolului.

Coeficientul de extracţie din cîmp (pct. b) depinde de dimensiunile reţelei de amplasare a sondelor (pătratică, rombică, şiruri sau baterii). (fig. 1).

Fundamental acest coeficient este exprimat de relaţia $c = \frac{\pi R_{pr}^2 h(\gamma_s - c_m)}{(D+l)^2 h\gamma_s}$; % (16)

şi uneori de relaţia:

$$c = \frac{\pi R_{pr}^2 h(\gamma_s - c_m)}{[(D+l)^2 - \pi R_{pr}^2]\, h\gamma_s}, \% \quad (17)$$

în care:

$\pi R_{pr}^2 = S_{sondă}$ (suprafaţa proiectată în plan orizontal a golului unei sonde) m²;

$(D+l)^2 - \pi R_{pr}^2 = S_{stîlp}$ (suprafaţa stîlpului), m²

iar:

l — distanţa dintre goluri, m;

$D + l$ — latura reţelei sau distanţa dintre axele sondelor, m, notată cu L pe figură;

h — înălţimea unui etaj al golului, m.

Ţinînd seama de notaţii şi de faptul că: $D + l = L$ relaţia (16) se mai poate scrie:

$$c = \frac{f\pi R_{pr}^2 h(\gamma_s - c_m)}{L^2 h\gamma_s}, \% \quad (18)$$

*) Dacă nu se ţine seamă de ceea ce rămîne în golul dizolvat.

în care se include şi coeficientul de formă *f* a golului realizat.

În legătură cu exploatarea raţională a unui cîmp de sonde este important a găsi o relaţie completă care prezintă corelaţia dintre productivitatea orară a sondei, indicii de extracţie şi

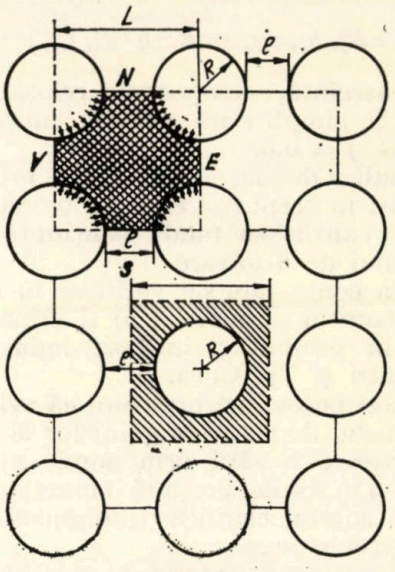


Fig. 1

sarcinile (sau $\sigma_{efectiv}$) care se creează pe stîlpul despărţitor dintre goluri.

Corelarea căutată se poate face prin intermediul suprafeţelor, volumelor sau cantităţilor care sînt comune în relaţii se definesc în aceste relaţii matematice, indicii menţionaţi a fi legaţi între ei.

Prin relaţia (17) s-a exprimat coeficientul total de extracţie dintr-un cîmp de sonde, amplasat în reţea pătratică sau rombică.

Prin relaţia (6) s-a exprimat viteza zilnică de exploatare, la metoda cu ridicări continue.

Deoarece cele două relaţii (pentru c şi W, conţin factorul comun $f\pi R_{pr}^2$, ele se pot combina şi rezultă:

$$c = \frac{24\, qC_s}{WL^2\gamma_s} \ldots \quad (19)$$

În această relaţie se notează produsul $qC_s = p$ (productivitatea în t/h) şi avem:

$$c = \frac{24\, p}{W L^2 \gamma_s} \text{ din care rezultă: } L^2 = \frac{24\, p}{c\, W\, \gamma_s}. \quad (20)$$

Din condiţia fundamentală de stabilitate a unui stîlp se mai ştie că:

$$\sigma_{efectiv} = \Delta \cdot \sigma_{rupere}; \text{ t/m}^2; \quad (21)$$

în care:

$\sigma_{efectiv}$ este sarcina efectivă care apasă pe unitatea de suprafaţă a stîlpului de rezistenţă; t/m²;

Δ — gradul de solicitare a stîlpului în procente;

σ_{rupere} — rezistenţa de rupere pe unitatea de suprafaţă a stîlpului, t/m².

În cazul proiectării unui cîmp de sonde $\sigma_{efectiv}$ se exprimă prin relaţia consacrată [15 şi 8]:

$$\sigma_{efectiv} = \frac{L^2 H\gamma_{steril} - \pi R^2 H\gamma_{saram.}}{L^2 - \pi R^2_{cav.}} + h\gamma_s;\ \text{t/m}^2. \tag{22}$$

Pentru verificarea practică a cîmpului de sonde după epuizarea rezervelor acesteia, putem utiliza aceeaşi relaţie, corectată în cadrul ICEMIN cu coeficientul de formă f, şi în acest caz relaţia devine:

$$\sigma_{ef} = \frac{L^2 H\gamma_{steril} - f\pi R^2_{cav.} H\gamma_{saram}}{L^2 - f\pi R^2_{cav.}} + h\gamma_s;\ \text{t/m}^2. \tag{23}$$

În această relaţie se introduce L definit de relaţia (20) care cuprinde productivitatea (p) coeficientul total de extracţie (c) şi viteza de exploatare (W).

În acest caz relaţia (23) devine:

$$\sigma_{efectiv} = \frac{\frac{24\,p}{cW\gamma_s} H\gamma_{steril} - f\pi R^2_{cav.} \cdot H\gamma_{saram.}}{\frac{24\,p}{cW\gamma_s} - f\pi R^2_{cav.}} + \tag{24}$$

$$+ h\gamma_s;\ \text{t/m}^2$$

sau

$$\sigma_{efectiv} = \frac{24\,pH\gamma_{steril} - cWf\pi R^2_{cav.} H\gamma_{saram.}\gamma_s}{24\,p - cWf\pi R^2_{cav.}\gamma_s} + \tag{25}$$

$$+ h\gamma_s;\ \text{t/m}^2.$$

În mod general se urmăreşte ca efortul pe stîlpul de susţinere să se menţină cît mai mic şi anume în limitele proiectate.

Din relaţia (25) se constată că este greşit să se considere că $\sigma_{efectiv}$ creşte odată cu creşterea coeficientului de extracţie şi că stîlpul oboseşte pînă la rupere datorită măririi coeficientului proiectat pînă la limita teoretică posibilă.

Din relaţia (25) se constată, în mod indubitabil că σ_{ef} creşte mult cu creşterea înălţimii stîlpului respectiv cu zvelteţea acestuia şi numai în mică măsură cu creşterea valorilor indicilor tehnologici c, f şi W.

Aşa încît este bine să nu se desfiinţeze parţial sau total unele din elementele de rezistenţă proiectate, deoarece creşte anormal oboseala stîlpului. Indicii tehnologici, în mod normal, trebuie să crească pînă la limite maxime cercetate şi proiectate.

Nu este admisibil ca să se obţină o sarcină efectivă artificială prin desfiinţarea unora dintre elementele de rezistenţă menţionate.

Revenind la relaţiile (21) şi (25) se poate scrie:

$$\frac{24\,pH\gamma_{steril} - cWf\pi R^2_{cav.} H\gamma_{saram.}\gamma_s}{24\,p - cWf\pi R^2_{cav.}\gamma_s} + \tag{26}$$

$$+ h\gamma_s = \Delta\sigma_{rupere}$$

sau:

$$24\,pH\gamma_{steril} - f\pi R^2_{cav.} Wc\gamma_s H\gamma_{saram.} +$$

$$+ 24\,ph\gamma_s - f\pi R^2_{cav.} W \times C \times \gamma_s h\gamma_s =$$

$$= 24\,p\Delta\sigma_{rupere} - f\pi R^2_{cav.} W \times c \times \gamma_s \Delta\sigma_{rupere}$$

sau:

$$(f\pi R^2_{cav.} c\gamma_s W)(-H\gamma_{saram.} - h\gamma_s + \Delta\sigma_{rupere}) =$$

$$= 24\,p(\Delta\sigma_{rupere} - H\gamma_{steril} - h\gamma_s)$$

sau:

$$(f\pi R^2_{cav.} c\gamma_s W)(H\gamma_{saram} + h\gamma_s - \Delta\sigma_{rupere}) =$$

$$= 24\,p/H\gamma_{steril} + h\gamma_s - \Delta\sigma_{rupere}) \tag{27}$$

sau:

$$f\pi R^2_{cav.} W\gamma_s c = \frac{24\,p(H\gamma_{steril} + h\gamma_s - \Delta\sigma_{rupere})}{(H\gamma_{saram.} + h\gamma_s - \Delta\sigma_{rupere})}, \tag{28}$$

t/24 h.

Sub această formă relaţia se poate interpreta mai uşor, deoarece se evidenţiază dintr-o dată atît tehnologia aplicată, cît şi condiţiile de stabilitate care se creează simultan.

Se exprimă, în partea stîngă, factorii naturali sau legaţi direct de transformarea naturii reprezentaţi de suprafaţa orientată a conţinutului sondei, în transformare continuă pe verticală. Deplasarea suprafeţei se face zilnic cu viteza W, la un coeficient de extracţie global pe cîmp, egal cu c.

În partea dreaptă a ecuaţiei se evidenţiază productivitatea zilnică a sondei înmulţită cu un raport de stabilitate.

Din acest raport de stabilitate rezultă faptul că gradul mare de solicitare şi înălţimea stîlpului influenţează nefavorabil productivitatea cîmpului de sonde.

Timpul de stabilitate care mai există la data verificării cîmpului de sonde este acela care rezultă prin interpretarea gradului de solicitare Δ, pentru dimensiunile stîlpului în cauză.

În acest caz, vom avea de luat în consideraţie o curbă de variaţie determinată de Δ şi de factorii reologici din care poate rezulta timpul.

Pentru calcule se utilizează procentul de deformaţie (sau de scurtime) şi viteza de deformaţie stabilită în laborator şi pe teren.

Exemplu practic

Cîmpul I sonde Ocna-Mureş

Vom utiliza formula (26):

$$\sigma_{ef} = \frac{24\,pH\gamma_{steril} - f\pi R^2_{cav.} WcH\gamma_s\gamma_{saram.}}{24\,p - f\pi R^2_{cav.} Wc\gamma_s} +$$

$$+ h\gamma_s = \Delta\sigma_{rupere}/\text{m}^2.$$

Avem următoarele date:

$H = 200$ m
$\gamma_{steril} = 2{,}2$ t/m^2
$p = 7{,}7$ t/h
$f = 0{,}62$
$W = 0{,}126$ m/24 h
$R_{cav} = 20$ m
$\gamma_s = 2{,}165$ t/m^3
$\gamma_{saram.} = 1{,}2$ t/m^3
$h = 500$ m
$c = 0{,}14$ coef. extracție

intervin în procesul de producție, cum sînt: debitul, concentrația soluției și timpul de dizolvare.

Realizarea primei trepte după această relație prezintă riscul de retezare a stîlpului, chiar la baza sondei, risc ce crește cu cît diametrul, respectiv debitul de producție al sondei crește, subminîndu-se stabilitatea (accentuîndu-se surparea întregului cîmp de sonde) și a zonelor învecinate cu toate construcțiile industriale și civile amplasate în aceste zone.

Din prezentarea corelată a coeficienților de extracție (f și c), a productivității (p) și a vitezei de exploatare (W), cu $\sigma_{efectiv}$ (efortul creat pe unitatea de suprafață a stîlpului despărțitor dintre goluri) rezultă că situația cea mai dezavantajoasă și riscantă este atunci cînd se mărește nejustificat înălțimea stîlpului și mult mai puțin, atunci cînd coeficientul de extracție f (din gol) și c (din cîmp) și productivitatea cîmpului p, cresc pînă la limita lor maximă.

$$\sigma_{efectiv} = \frac{81\,312 - 782 \times 0{,}126 \times 0{,}14 \times 2{,}165 \times 200 \times 1{,}2}{184{,}8 - 29} + 1\,082{,}5 \text{ t/m}^2$$

$$\sigma_{efectiv} = \frac{81\,312 - 7\,000}{155} + 1\,082{,}5 = 485 + 1\,082{,}5 = 1\,567{,}5 \text{ t/m}^2$$

$\sigma_{rupere} = 2300$ t/m^2 (conform formulei sovietice [8]:

$$\Delta = \frac{1\,567{,}5}{2\,300} = 68\,\%.$$

La acest grad de solicitare stîlpul nu mai prezintă stabilitate, decît pentru un timp de circa 4 — 5 ani.

Concluzii

În exploatarea sării prin sonde se impune, datorită faptului că zăcămîntul se extrage dirijat, să se stabilească întotdeauna la zi indicii tehnologici cît și cei de stabilitate în modul prezentat în acest articol, adică corelați între ei.

S-a căutat să se evidențieze fundamental relația matematică de bază, din care rezultă formulele caracteristice pentru metodele sau procedeele de exploatare a sării prin sonde.

S-a precizat că golul sondei, după dizolvare, capătă o formă geometrică caracteristică determinată de metoda de exploatare aplicată.

Această formă caracteristică este evidențiată analitic prin existența și prin valoarea coeficientului de formă f care reprezintă în același timp și coeficientul de extracție din gol.

Atît teoretic cît și practic, în faza de laborator pilot și industrial, acest coeficient f se menține superior la metoda de exploatare cu ridicări continue.

La metoda de exploatare cu ridicări în trepte se constată o prezentare inexplicită a acestui coeficient de formă f cît și o valoare proiectată ca limită maximă destul de scăzută a acestuia și anume egală cu 0,6 (60 %).

Se precizează apariția în literatura de specialitate a unei relații de calcul bazată pe teoria probabilității, pentru determinarea primei înălțimi h de treaptă de la baza golului, relație ce nu cuprinde toți factorii tehnologici care realmente

În acest caz, cînd indicii tehnico-economici se măresc și timpul de exploatare a cîmpului se reduce, cumularea tensiunilor în stîlp scade la maximum posibil.

În final, se trage concluzia că exploatarea unui cîmp de sonde trebuie făcută pe o suprafață maximă, naturală echilibrată pentru obținerea indicilor tehnologici ridicați la un grad de solicitare a stîlpilor despărțitori, care asigură o stabilitate suficientă, condițiilor industriale și urbane ale zonei în care se găsește cantonat zăcămîntul de sare.

Aceasta înseamnă că după exploatarea cîmpurilor de sonde deformațiile înregistrate nu trebuie să depășească normele topografice cunoscute pentru terenurile de fundație, în cazul diferitelor construcții, industriale și civile.

În caz contrariu, trebuie să existe o rezervă suficientă de timp pentru măsuri tehnice de mărirea stabilității sau de evacuarea construcțiilor din zonă.

Ca în orice industrie, după punerea în exploatare a cîmpului trebuie atinși cît mai curînd indicii tehnico-economici proiectați și care, în final, trebuie comparați cu cei realizați la nivel mondial de alte țări.

BIBLIOGRAFIE

[1]* * * *Determinarea vitezelor de dizolvare a sării pe modele din zăcămintele în curs de exploatare prin sonde.* Studiu ICEMIN, 1963.

[2] * * * *Experimentări în sonde pilot ale metodelor de exploatare a sării cu dizolvare dirijată.* ICEMIN 1964.
[3] Dogaru, M. *Contribuții la fundamentarea științifică a procesului tehnologic de exploatare a sării prin sonde.* Revista Minelor nr. 3, 1968.
[4] Dogaru, M. *Interpretarea analitică a cavernometriei sondelor de exploatarea sării.* Revista Minelor nr. 5, 1970.
[5] Atudorei, C., Bocănete, E., Miclea, P. *Cercetarea, exploatarea și valorificarea sării.* Editura tehnică, 1971.
[6] Friș, S.E., Timoreva, A.V., *Curs de fizică generală.* Editura tehnică, 1965.
[7] Babko, P.S., Cistiacov, I.A. *Raport privind exploatarea sării în soluție, în R.P.R.*, 1962.
[8] Babko, P.S., Baculeeva ș.a. *Hidrologia zăcămintelor de sare, probleme de dizolvare a zăcămintelor de sare.* Leningrad, Editura Nedra, 1967.
[9] Kalabin. *Exploatarea substanțelor minerale utile prin spălare subterană,* Moscova, 1970.
[10] Trump E.N. *Increasing brine output from salt beds.* Chem. met. eng., iulie 1936.
[11] Trump E.N. *Mining soluble salines by Wells.* Mining Technology, 1944, vol. 51.
[12] * * * *Publicații privind Congresul al 2-lea al unor țări occidentale în probleme de geologie și exploatare a zăcămintelor de sare.* Ohio, 1968.
[13] * * * *Simpozion — Tehnica exploatării miniere a zăcămintelor de sare Kracovia,* 1970, *publicație* din 1972 — Varșovia.
[14] Buletin de informare tehnică IDT — 1969 — *Experimentări de exploatare a sării prin sonde.* R.D.G., 1966—1968.
[15] Stamatiu, M. *Problema dimensionării stîlpilor la minele de sare din R.P.R.* Editura Academiei, 1959.

Ing. **I. Creţu**

Debitul necesar forajului cu aer

Forajul cu aer conduce, în general, la valori ale vitezei mecanice mai ridicate decît cele obținute la forajul cu lichide. Astfel, vitezele de foraj realizate la forarea cu aer a unor sonde au fost de zece ori mai mari decît cele corespunzătoare forajului cu lichide.

Rapiditatea relativă a forajului cu aer se datorește creșterii vitezei de penetrare ca urmare a presiunii hidrostatice reduse exercitate de fluidul de circulație asupra formațiunii. Rezultatele de șantier și laborator au confirmat această idee, indicînd o scădere a vitezei de foraj cu creșterea greutății specifice a fluidului de circulație, mai accentuat în cazul marnelor poroase și impermeabile și mai puțin pronunțat în zonele de roci compacte (calcare, gresii).

Exceptînd problema reținerii apei în strate prin folosirea unor agenți de blocare sau a extragerii apei (intrate în sondă) cu substanțe spumante, factorul hotărîtor al aplicării cu succes a forajului cu aer îl constituie debitul de aer necesar evacuării detritusului din sondă. Acest debit depinde, în principal, de următorii factori: viteza de penetrare a sapei; adîncimea sondei; diametrul găurii; diametrul prăjinilor de foraj; tipul de formațiune penetrată; forma și dimensiunile particulelor de rocă.

Pentru stabilirea relațiilor de calcul al debitului de aer necesar forajului se apelează la formula vitezei de alunecare a particulei solide într-un gaz, scrisă sub forma [2]:

$$v_a = \left[\frac{4g\,d_p\,\rho_p}{3C\,\rho_f}\right]^{1/2}, \qquad (1)$$

unde notațiile au semnificațiile prezentate în lista anexată acestei lucrări.

Prin viteză de alunecare se înțelege viteza de cădere relativă a particulei, sub acțiunea gravitației, în curent ascendent de fluid.

Debitul masic de aer necesar liftării particulei (sau mai corect spus menținerii în suspensie a particulei) este dat, conform ecuației de continuitate, de formula:

$$M = \rho_f A \left[\frac{4g\,d_p\,\rho_p}{3C\,\rho_f}\right]^{1/2}. \qquad (2)$$

Admițînd că aerul se supune legii de stare a gazului perfect, se poate scrie pentru ρ_f expresia:

$$\rho_f = \frac{p}{gRT}, \qquad (3)$$

care introdusă în formula (2) la relația:

$$M = A \left[\frac{4d_p\,p\,\rho_p}{3C\,R\,T}\right]^{1/2}. \qquad (4)$$

Împărțind ambii membri ai relației (4) la masa specifică a aerului în condiții standard se obține debitul volumic în condiții normale de presiune și temperatură, astfel:

$$Q_0 = \frac{A}{\rho_0}\left[\frac{4d_p\,p\,\rho_p}{3C\,R\,T}\right]^{1/2}. \qquad (5)$$

După cum se observă din această relație debitul de aer depinde de presiunea aerului, care la rîndul ei variază în spațiul inelar cu adîncimea punctului considerat, avînd valoarea maximă la talpa sondei. Deci, pentru ca debitul de aer necesar forajului să poată fi calculat trebuie să se găsească legea de variație a presiunii în spațiul inelar. Această lege poate fi stabilită folosind ecuația conservării energiei curentului de fluid.

Ţinînd seama că energia cinetică a curentului din spaţiul inelar este neglijabilă, ecuaţia diferenţială a conservării energiei se exprimă, în termeni de presiune, astfel :

$$dp = \rho_f g dh + dp_r. \tag{6}$$

Pierderea de presiune datorită rezistenţelor hidraulice se consideră că este efectul combinat al frecării interne a gazului şi al prezenţei particulelor de rocă în curentul de fluid [3]. Pierderile de presiune datorate colisiunilor particulă-particulă şi particulă-perete sînt omise. Această omisiune introduce o eroare neglijabilă, deoarece concentraţia, volumică a solidului în curentul de gaz este, în general, mai mică de un procent.

Deci se poate scrie

$$dp_r = dp_f + dp_p. \tag{7}$$

Pierderea de presiune datorită frecării interne a fluidului are expresia :

$$dp_f = \frac{\lambda \rho_f v_a^2}{2(D-d)} dh, \tag{8}$$

în care s-a admis $v_f = v_a$.

Pierderea de presiune datorită particulelor este cauzată de creşterea energiei potenţiale a particulelor şi de rezistenţa la înaintarea acestora în fluid.

Ea se exprimă astfel :

$$dp_p = \frac{M_p^* g dh}{V} + \frac{R_p^*}{A}. \tag{9}$$

Se consideră că detritusul este format din m clase granulometrice. Rezistenţa la înaintarea particulei din clasa i este dată de relaţia :

$$R_{pi} = \frac{C_i A_{pi} \rho_f v_{ai}^2}{2}. \tag{10}$$

Pe baza diametrului echivalent, definit sub forma :

$$d_e = \left[\frac{6V_p}{\pi}\right]^{1/3}, \tag{11}$$

se echivalează particulele de formă oarecare cu particule sferice. Experienţele de laborator efectuate cu aer au indicat pentru coeficientul de rezistenţă la înaintare valorile : $C = 0{,}805$ — pentru gresie şi $C = 1{,}41$ pentru calcar şi marne.

Rezistenţa la înaintare pentru toate particulele prezente în curentul de fluid se exprimă astfel :

$$R_p^* = \frac{C \rho_f}{2} \sum_{i=1}^{m} A_{pi} v_{ai}^2 n_i. \tag{12}$$

Ţinînd seama că particulele sînt echivalent sferice rezultă :

$$A_{pi} = \frac{\pi d_{ei}^2}{4}; \tag{13}$$

$$V_{pi} = \frac{\pi}{6} d_{ei}^3. \tag{14}$$

Numărul de particule aferent clasei i este dat de relaţia :

$$n_i = \frac{r_i A dh}{V_{pi}}. \tag{15}$$

Inlocuind expresiile (1), (13), (14) şi (15) în relaţia (12) se obţine formula :

$$R_p^* = gA \rho_p (1 - \varepsilon) dh, \tag{16}$$

în care

$$\varepsilon = 1 - \sum_{i=1}^{m} r_i$$

este fracţia volumică relativă a fluidului la spaţiul inelar, definită astfel :

$$\varepsilon = \frac{V - V_p^*}{V} = 1 - \frac{V_p^*}{V}. \tag{17}$$

Avînd în vedere că $V_p = \frac{M_p}{\rho_p}$, $V_f = \frac{M_f}{\rho_f}$ şi $V \simeq V_f$ se poate scrie :

$$\varepsilon = 1 - \frac{M_p \rho_f}{M_f \rho_p} \tag{18}$$

şi relaţia (16) devine :

$$R_p^* = \frac{g A M_p \rho_f}{M_f} dh. \tag{19}$$

Introducînd această expresie în relaţia (9) se poate obţine ecuaţia :

$$dp_p = \frac{M_p^* g dh}{V} + g \rho_f \frac{M_p}{M_f} dh,$$

care pe baza aproximaţiei $V \simeq V_f = \frac{M_f}{\rho_f}$ devine :

$$dp_p = 2g \rho_f \frac{M_p}{M_f} dh. \tag{20}$$

Folosind expresiile (7), (8) şi (20), ecuaţia (6) îmbracă forma :

$$dp = \rho_f \left(1 + \frac{2M_p}{M_f}\right) g dh + \frac{\lambda \rho_f v_a^2}{2(D-d)} dh. \tag{21}$$

Raportul M_p/M_f depinde de cantitatea de detritus conținută în curentul de fluid, care la rîndul ei este funcție de viteza mecanică de foraj v.

Ținînd seama că

$$M_p = \frac{\pi D^2}{4} v\, \rho_p \text{ și } M_f = Q_0\, \rho_0,$$

raportul M_p/M_f se poate exprima astfel:

$$\frac{M_p}{M_f} = \frac{\pi D^2 v\, \rho_p}{4 Q_0\, \rho_0}. \tag{22}$$

Apelînd la ecuația de continuitate, scrisă sub forma:

$$Q_f\, \rho_f = Q_0\, \rho_0,$$

$$Q_f = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} v_f,$$

și la relația (3) se obține pentru viteza fluidului în spațiul inelar formula:

$$v_f = \frac{4g\, RT\, Q_0\, \rho_0}{\pi(D^2 - d^2)p}. \tag{23}$$

Substituind în ecuația (21) viteza $v_a = v_f$ și masa specifică ρ_f cu expresiile date de relațiile (3) și (23), și explicitînd pe dh, rezultă:

$$dh = \frac{pdp}{\frac{p^2}{RT}\left(1 + \frac{2M_p}{M_f}\right) + \frac{8g\, RT\, Q_0^2\, \rho_0^2\, \lambda}{\pi^2(D-d)(D^2-d^2)^2}}. \tag{24}$$

Prin integrarea ecuației (24) între limitele $h = 0$, $p = p_0$ și h, p se obține legea de variație a presiunii în curentul ascendent de fluid eterogen (constituit din aer și detritus) sub forma:

$$p = \left[\left(p_0^2 + \frac{a}{b}\right) e^{2bh} - \frac{a}{b}\right]^{1/2}, \tag{25}$$

unde s-a notat

$$a = \frac{8g\, RT\, Q_0^2\, \rho_0^2\, \lambda}{\pi^2(D-d)\,(D^2-d^2)^2}, \tag{26}$$

$$b = \frac{1}{RT}\left(1 + \frac{2M_p}{M_f}\right), \tag{27}$$

iar pentru temperatura T s-a admis o valoare medie constantă.

Eliminînd presiunea p între relațiile (5) și (25) și dînd înălțimii h o valoare maximă H se obține următoarea ecuație algebrică:

$$\frac{12\, \rho_0^2\, CRT\, Q_0^2}{\pi^2 d_{ep}(D^2 - d^2)^2} = \left[\frac{8g\, RT\, \lambda\, \rho_0^2}{\pi^2(D-d)\,(D^2-d^2)^{2b}}\,(e^{2bH} - 1)\, Q_0^2 + p_0^2\, e^{2bH}\right]^{1/2}, \tag{28}$$

care are ca necunoscută debitul. Intrucît mărimea b este, conform relațiilor (22) și (27), funcție de debit această ecuație se rezolvă prin încercări.

Exemplu. Se cunosc: $H = 1000$ m; $T = 303°K$; $D = 214$ mm; $d = 114{,}3$ mm; $v = 10$ m/h; $\rho_p = 256$ kgf.s²/m⁴; $\rho_f = 0{,}132$ kgf.s²/m⁴; $R = 29{,}27$ kgf.m/kgf°C; $d_e = 0{,}5$ cm; $p_0 = 1{,}033$ kgf/cm². Se cere să se determine valorile debitului de aer necesar forajului la adîncimea dată și la suprafața solului. Menționăm că s-a dat (spre folosire în calcul) diametrul echivalent al celei mai mari particule, pentru a compensa condiția de suspendare a particulei ($v_f = v_a$) folosită în locul condiției de ridicare a particulei ($v_f > v_a$) la stabilirea ecuației (28).

Detritusul este constituit din gresie și ca urmare $C = 0{,}805$.

Pentru obținerea coeficientului de rezistență hidraulică se utilizează formula lui Weymouth, aidcă:

$$\lambda = \frac{0{,}009407}{\sqrt[3]{d}}, \tag{29}$$

în care d se introduce în metri.

Folosind datele problemei se obțin valorile:

$$\lambda = \frac{9{,}407 \cdot 10^{-3}}{\sqrt[3]{0{,}1143}} = 0{,}0194;$$

$$\frac{12\, \rho_0^2\, CRT}{\pi^2\, d_e\, \rho_p(D^2 - d^2)^2} =$$

$$= \frac{12 \cdot 0{,}132^2 \cdot 0{,}805 \cdot 29{,}27 \cdot 303}{\pi^2 \cdot 0{,}005 \cdot 256(0{,}214^2 - 0{,}1143^2)^2} = 1{,}11 \cdot 10^5;$$

$$b = \frac{1}{29{,}27 \cdot 303}\left(1 + \frac{\pi \cdot 0{,}214^2 \cdot 10 \cdot 256}{4 \cdot 3600 \cdot Q_0}\right) =$$

$$= 1{,}125 \cdot 10^{-4} + \frac{2{,}87 \cdot 10^{-6}}{Q_0};$$

$$\frac{8g\, RT\, \rho_0^2\, \lambda}{\pi^2(D-d)\,(D^2-d^2)^2} =$$

$$= \frac{8 \cdot 9{,}81 \cdot 29{,}27 \cdot 303 \cdot 0{,}132^2 \cdot 0{,}0194}{\pi^2 \cdot (0{,}214 - 0{,}1143)(0{,}214^2 - 0{,}1143^2)^2} =$$

$$= 2{,}24 \cdot 10^5;$$

$$2\, bH = 1{,}125 \cdot 10^{-4} \cdot 10^3 + \frac{2{,}87 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3}{Q_0} =$$

$$= 0{,}1125 + \frac{2{,}87 \cdot 10^{-3}}{Q_0}$$

și ecuația (28) devine :

$$11{,}1\,Q_0^2 = \left[\frac{22{,}4}{1{,}125 + \frac{2{,}87\cdot 10^{-8}}{Q_0}}\left(e^{\left(0{,}1125+\frac{2{,}87\cdot 10^{-3}}{Q_0}\right)}-1\right)Q_0^2 + 1{,}064\,e^{\left(0{,}1125+\frac{2{,}87\cdot 10^{-3}}{Q_0}\right)}\right]^{1/2}. \quad (30)$$

Rezultatele desfășurării calculului rezolvării ecuației (30) prin încercări sînt prezentate în tabelul 1, în care A și B reprezintă membrul întîi respectiv membrul al doilea al ecuației (30).

Tabelul 1

Q_0, Nm³/s	1	0,1	0,5	0,3	0,35	0,33
A	11,1	0,111	2,77	0,999	1,355	1,205
B	1,885	1,12	1,34	1,193	1,223	1,208

Identitatea cantităților A și B are loc pentru valoarea $Q_0 = 0{,}33$ Nm³/s, care constituie soluția ecuației (30). Deci, debitul de aer necesar forajului în condițiile date este $Q_0 = 0{,}33.3600 = 1188$ Nm³/h.

Valoarea minimă a debitului Q_0 corespunde începerii forajului, adică lui $H = 0$. În acest caz ecuația (28) se reduce la forma :

$$\frac{12\,\rho_0^2\,CRT}{\pi^2 d_e \rho_p\,(D^2-d^2)^2}\,Q_0^2 = p_0 \quad (31)$$

și are soluția :

$$Q_0 = \left[\frac{\pi^2 d_e\,\rho_p\,(D^2-d^2)^2 p_0}{12\,\rho_0^2\,CRT}\right]^{1/2} =$$

$$= \left[\frac{\pi^2\cdot 5\cdot 10^{-3}\cdot 265\,(0{,}214^2-0{,}1143^2)^2\cdot 10330}{12\cdot 0{,}132^2\cdot 0{,}805\cdot 29{,}27\cdot 303}\right]^{1/2} =$$

$$= 0{,}305 \text{ Nm}^3/\text{s} = 1100 \text{ Nm}^3/\text{h}.$$

Concluzii

În cadrul proiectării forării unei sonde cu aer, un rol important îl are prevederea debitului de aer necesar evacuării particulelor de rocă de la talpa sondei.

Metoda preconizată pentru estimarea debitului de aer necesar forării cu aer a unei sonde, are la bază realizarea condiției de asigurare a unei viteze ascensionale pentru particulele de rocă și constă, în final, din rezolvarea prin încercări a unei ecuații algebrice relative la debit. Admiterea grupării particulelor de rocă în clase granulometrice, este utilizată într-o treaptă intermediară a stabilirii acestei ecuații algebrice și ca urmare nu necesită date de analiză granulometrică (care ar trebui obținute din analizele granulometrice ale detritusului aferent unor formațiuni similare traversate de sonde).

Pentru calculul debitului de aer prin metoda propusă sînt necesare anticiparea vitezei mecanice de foraj, a masei specifice medii a detritusului pentru fiecare strat și a volumului particulei maxime de rocă ce urmează a fi antrenate de la talpa sondei.

Debitul de aer necesar forajului poate fi calculat pentru fiecare formațiune din profilul stratigrafic anticipat al sondei ce urmează a fi forată.

În exemplul numeric prezentat, obținerea valorii debitului de aer la adîncimea de 1000 m, a necesitat șase încercări.

Facilitarea calculului carecum laborios al debitului de aer poate fi realizată prin scrierea algoritmului de calcul (implicat de soluționarea prin încercări a ecuației algebrice relative la debit) în limbajul FORTRAN și rularea programului respectiv pe un calculator electronic.

NOTAȚII

v_a — viteza de alunecare a particulei;
d_p — diametrul particulei sferice;
p, f — indici care se referă la particulă, respectiv fluid (aer);
ρ — masa specifică;
C — coeficient de rezistență la înaintarea particulei în fluid;
g — accelerația gravitațională;
R — constanta gazului;
T — temperatura absolută;
A — aria secțiunii transversale a spațiului inelar;
M — debitul masic de aer;
Q_0 — debitul volumic în condiții standard;
ρ_0 — masa specifică a aerului în condiții standard;
p_r — pierderea de presiune datorită rezistențelor hidraulice;
λ — coeficientul de rezistență hidraulică;
D — diametrul sondei;
d — diametrul prăjinilor de foraj;
h — distanța între două puncte măsurată pe verticală;
p — presiunea gazului într-un punct oarecare al spațiului inelar;
M_p^* — masa totală a particulelor de rocă existente în curentul de gaz pe înălțimea h;
R_p^* — rezistența totală a particulelor a căror masă totală este M_p^*;
V — volumul spațiului inelar corespunzător înălțimii h;
d_e — diametrul echivalent;
A_p — aria secțiuni particulei pe direcția normală a mișcării;
V_p — volumul particulei;
m — numărul de clase granulometrice;
n_i — numărul de particule din clasa i;
r_i — raportul dintre volumul ocupat de granulele clasei i și volumul spațiului inelar corespunzător înălțimii considerate;
V_p^* — volumul total al particulelor;
ε — fracția volumică a fluidului relativă la spațiul inelar;
v — viteza mecanică de foraj;
v_f — viteza fluidului;
p_0 — presiunea atmosferică;
H — adîncimea sondei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Anghel, R. *Volume Requirements for Air or Gas Drilling.* Transaction of AIME, vol 210, 1957.
[2] Crețu, I. *Evacuarea detritusului din sondă.* Petrol și Gaze nr. 12, 1973.
[3] Moore, R. și Cole, F. *Drilling Operations Manual.* The Petroleum Publishing Tulsa, Oklahoma, 1965.

Ing. Șt. S. Mihăiescu
Laureat al premiului de Stat

Noi considerații de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj

I. În lucrarea „Considerații de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj", publicată în Studii și cercetări de mecanică aplicată, 1970, s-a demonstrat că pentru cazul de funcționare cel mai general al unui con oarecare al unei sape cu conuri, cînd axa de rotație a sapei nu întîlnește axa de rotație a conului, acesta este supus simultan la două mișcări, în timpul funcționării sapei (fig. 1).

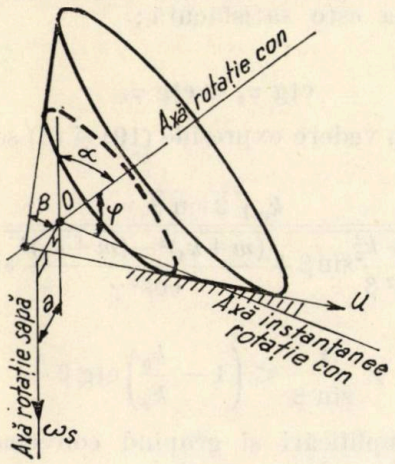


Fig. 1

1. O mișcare de translație în lungul generatoarei AB de contact cu terenul. Valoarea u a acestei viteze este dată de relația (p 858);

$$u = \frac{a\omega_s}{\sin(\alpha+\beta)}, \qquad (1)$$

în care

a este lungimea perpendicularei comune a celor două axe de rotație;

ω_s — viteza unghiulară a sapei, avînd valoare constantă;

α — unghiul dintre axele de rotație ale sapei și trunchiului de con;

β — semiunghiul la vîrf al trunchiului de con.

2. O mișcare de rotație în jurul unei axe instantanee de rotație care trece prin punctul 0, piciorul perpendicularei comune a celor două axe de rotație, situat pe axa de rotație a trunchiului de con și făcînd cu axa de rotație a conului unghiul ω dat de expresia (8), p. 852). Valoarea vitezei unghiulare a acestei mișcări este dată de expresia:

$$\omega = \omega_s \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi}.$$

II. Se consideră cazul cînd trunchiul de con are o întrerupere a generatoarei de contact, iar porțiunea acestei generatoare cea mai depărtată de vîrful geometric al trunchiului de con este con suplimentar, a cărui generatoare face cu axa conului principal un unghi γ, mai mic decît unghiul β, (fig. 2).

Avînd în vedere expresia (1), se vede ușor că valoarea vitezei u_s de translație, în lungul generatoarei conului suplimentar, va fi:

$$u_s = \frac{a\omega_s}{\sin(\alpha+\gamma)}. \qquad (2)$$

Să determinăm în acest caz poziția axei instantanee a mișcării de rotație. Se procedează în conformitate cu cele indicate în lucrarea mai sus specificată (p. 1 106—1 112).

Admițînd că axa instantanee de rotație trece prin intervalul AB, se obține ca expresie a unghiului φ_4, făcut de această axă instantanee cu axa de rotație a conului (expresia (19) p. 1 108):

$$\operatorname{ctg}\varphi_4 = \left[\cos\beta - \frac{k_0\sqrt{2\sin\beta}}{\sqrt{\frac{k_1^2+k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}}\right]\frac{1}{\sin\beta}, \qquad (19)$$

factorii avînd semnificația din figura 2.

Admițînd că axa instantanee de rotație trece prin intervalul BC, lipsit de contact, se găsește

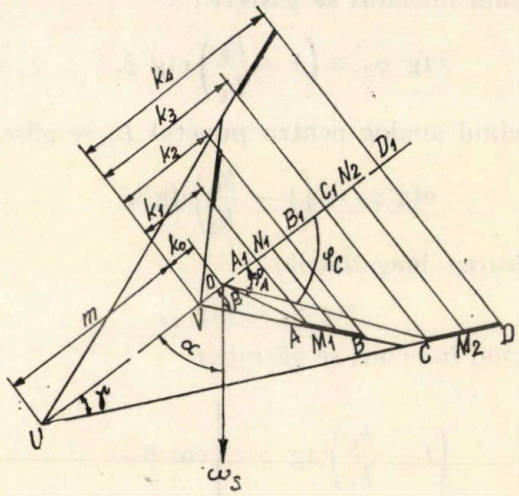


Fig. 2

(p. 1 111) că axa instantanee a mișcării nu poate trece prin acest interval.

Admițînd că axa instantanee de rotație trece prin intervalul de contact CD al conului

suplimentar, se obţine ca expresie a unghiului făcut de axa instantanee a mişcării de rotaţie cu axa conului expresia (22) (p. 1112):

$$\operatorname{ctg}\varphi_6 = \left[\cos\gamma - \frac{(m+k_0)\sqrt{2\sin\gamma}}{\sqrt{\frac{k_1^2-k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_3)^2+(m+k_4)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}}\right]\frac{1}{\sin\gamma}, \tag{22}$$

factorii expresiei avînd semnificaţia din figura 2.

Conul considerat, avînd o axă instantanee de rotaţie unică, pentru a se determina care din cele două valori φ_4 şi φ_6 corespunde poziţiei axei reale, se va proceda în modul următor.

În cazul cînd axa instantanee de rotaţie trece prin intervalul AB, vor trebui să fie satisfăcute simultan inegalităţile (fig. 2):

$$\sphericalangle A_1\,OA > \sphericalangle\varphi_4 > \sphericalangle B_1OB,$$

A_1 şi B_1 fiind, respectiv, proiecţiile punctelor A şi B pe axa de rotaţie a conului. Se notează:

$$\sphericalangle A_1OA = \varphi_A \text{ şi } \sphericalangle B_1OB = \varphi_B.$$

În conformitate cu cele de mai sus, va trebui să avem:

$$\operatorname{ctg}\varphi_A < \operatorname{ctg}\varphi_4 < \operatorname{ctg}\varphi_B.$$

Din figura 2 rezultă:

$$\operatorname{ctg}\varphi_A = \frac{OA_1}{AA_1};\quad OA_1 = k_1 - k_0;\quad AA_1 = k_1\operatorname{tg}\beta.$$

Făcînd înlocuiri se găseşte:

$$\operatorname{ctg}\varphi_A = \left(1 - \frac{k_0}{k_1}\right)\operatorname{ctg}\beta. \tag{4}$$

Procedînd analog pentru punctul B, se găseşte

$$\operatorname{ctg}\varphi_B = \left(1 - \frac{k_0}{k_2}\right)\operatorname{ctg}\beta. \tag{5}$$

Verificarea inegalităţii:

$$\operatorname{ctg}\varphi_A < \operatorname{ctg}\varphi_4.$$

Făcînd înlocuiri se găseşte:

$$\left(1 - \frac{k_0}{k_1}\right)\operatorname{ctg}\beta < \left[\cos\beta - \frac{k_0\sqrt{2\sin\beta}}{\sqrt{\frac{k_1^2+k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}}\right]\frac{1}{\sin\beta}.$$

Făcînd simplificări se găseşte:

$$\frac{\sqrt{2\sin\beta}}{\sqrt{\frac{k_1^2+k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}} < \frac{1}{k_1}\cos\beta$$

Ridicînd la pătrat ambii membri, făcînd simplificări şi grupînd convenabil, se obţine:

$$\frac{k_1^2-k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta < \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma.$$

Observînd figura 2, primul membru al inegalităţii fiind negativ, iar cel de-al doilea pozitiv, inegalitatea este satisfăcută;

Cazul:

$$\operatorname{ctg}\varphi_4 < \operatorname{ctg}\varphi_B$$

Avînd în vedere expresiile (19) şi (5) se obţine

$$\left[\cos\beta - \frac{k_0\sqrt{2\sin\beta}}{\sqrt{\frac{k_1^2+k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}}\right]\times$$

$$\times\frac{1}{\sin\beta} < \left(1 - \frac{k_0}{k_2}\right)\operatorname{ctg}\beta.$$

Făcînd simplificări şi grupînd convenabil, se obţine:

$$\frac{\cos\beta}{k_2} < \frac{\sqrt{2\sin\beta}}{\sqrt{\frac{k_1^2+k_2^2}{\cos^2\beta}\sin\beta + \frac{(m+k_4)^2-(m+k_3)^2}{\cos^2\gamma}\sin\gamma}}.$$

Ridicînd ambii membri la pătrat, simplificînd şi apoi grupînd convenabil, se obţine:

$$\left[\left(\frac{m+k_4}{\cos\gamma}\right)^2 - \left(\frac{m+k_3}{\cos\gamma}\right)^2\right]\sin\gamma <$$

$$< \left[\left(\frac{k_2}{\cos\beta}\right)^2 - \left(\frac{k_1}{\cos\beta}\right)^2\right]\sin\beta. \tag{6}$$

Observînd figura 2, această relaţie se mai poate scrie:

$$(\overline{UD}^2 - \overline{UC}^2)\sin\gamma < (\overline{VB}^2 - \overline{VA}^2)\sin\beta$$

sau:

$$(\overline{UD} - \overline{UC})\frac{\overline{UD}+\overline{UC}}{2}\sin\gamma < (\overline{VB} - \overline{VA})\frac{VB+VA}{2}\sin\beta.$$

Notînd cu M_1 şi M_2 mijloacele segmentelor AB şi CD, iar cu N_1 şi N_2 proiecţiile respective ale acestor puncte pe axa trunchiului de con, se obţine:

$$\overline{CD}\cdot\overline{M_2N_2} < \overline{AB}\cdot\overline{M_1N_1}$$

sau :

$$\frac{\overline{CD}}{\overline{AB}} \cdot \overline{M_2 N_2} < \overline{M_1 N_1}.$$

Această inegalitate nu este satisfăcută. Într-adevăr avem întotdeauna (fig. 2) :

$$\overline{M_1 N_1} < \overline{M_2 N_2}$$

și, în general, pentru orice con al unei sape cu conuri avînd două intervale de contact :

$$\frac{\overline{CD}}{\overline{AB}} \geqslant 1.$$

notațiile fiind analoge cu cele indicate în figura 2.

Se procedează identic ca în cazul precedent, verificînd dacă, în cazul acestui trunchi de con cu mai multe intervale de contact pe conul principal, unghiul satisface condițiile

$$\operatorname{ctg} \varphi_A < \operatorname{ctg} \varphi_{1,2} < \operatorname{ctg} \varphi_B,$$

valorile $\operatorname{ctg} \varphi_A$ și $\operatorname{ctg} \varphi_B$ fiind date respectiv de expresiile (4) și (5).

Mai întîi se consideră inegalitatea ;

$$\operatorname{ctg} \varphi_A < \operatorname{ctg} \varphi_{1,2}.$$

Avînd în vedere expresiile (4) și (7) avem :

$$\left(1 - \frac{k_0}{k_1}\right) \operatorname{ctg} \beta < \left\{ \left[\cos \beta - \frac{k_0 \sqrt{2 \sin \beta}}{\sqrt{\left[k_1^2 + k_2^2 + \sum_{n=1}^{p-2} (k_{2n+2}^2 - k_{2n+1}^2) \right] \frac{\sin \beta}{\cos^2 \beta} + [(m + k_{2p})^2 - (m + k_{2p-1})^2] \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma}}} \right] \right\} \frac{1}{\sin \beta}.$$

Făcînd simplificări și grupînd convenabil :

$$\frac{\sqrt{2 \sin \beta}}{\sqrt{\left[k_1^2 + k_2^2 + \sum_{n=1}^{p-2} (k_{2n+2}^2 - k_{2n+1}^2) \right] \frac{\sin \beta}{\cos^2 \beta} + [(m + k_{2p})^2 - (m + k_{2p-1})^2] \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma}}} < \frac{1}{k_1} \cos \beta.$$

Inegalitatea $\operatorname{ctg} \varphi_4 < \operatorname{ctg} \varphi_B$ nefiind satisfăcută, dubla inegalitate (3) nu este satisfăcută și deci axa instantanee de rotație a mișcării nu trece prin intervalul de contact AB, cel mai apropiat de vîrful V.

Acest rezultat se poate generaliza astfel :

III. Trunchiului de con din figura 2, i se adaugă pe conul principal un număr oarecare de contact, ale căror poziții sînt definite, respectiv, cu ajutorul distanțelor k măsurate pe axa trunchiului de con. Se notează cu $2p$ (p fiind număr întreg) numărul de intervale de contact ale întregului trunchi de con (con principal + con suplimentar) și fie $k_1, k_2, \ldots k_{2p}$ distanțele care definesc extremitățile acestor intervale de contact. Intervalele definite cu ajutorul distanțelor pereche k_{2n+1}, k_{2n+2} (n fiind număr întreg luînd valori consecutive cuprinse între 0 și $p-1$) sînt intervale de contact. Intervalul de contact al conului suplimentar, ultimul din șirul de puncte definite prin distanțele k, este definit cu ajutorul distanțelor pereche k_{2p-1}, k_{2p}.

Se presupune că axa instantanee de rotație trece prin primul interval de contact definit de distanțele k_1, k_2 și se notează $\varphi_{1,2}$ unghiul făcut, în acest caz, de axa instantanee de rotație a mișcării cu axa de rotație a trunchiului de con. Întrebuințînd procedeul indicat în lucrarea citată se găsește :

$$\operatorname{ctg} \varphi_{1,2} = \left\{ \left[\cos \beta - \frac{k_0 \sqrt{2 \sin \beta}}{\sqrt{\left[k_1^2 + k_2^2 + \sum_{s=1}^{p-2} (k_{2s+2}^2 - k_{2s+1}^2) \right] \frac{\sin \beta}{\cos^2 \beta} + [(m + k_{2p})^2 - (m + k_{2p-1})^2] \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma}}} \right] \right\} \frac{1}{\sin \beta}, \quad (7)$$

Ridicînd la pătrat ambii membri, făcînd simplificări și grupînd convenabil, se obține :

$$\left[k_1^2 - k_2^2 + \sum_{n=1}^{p-2} (k_{2n+1}^2 - k_{2n+2}^2) \right] \frac{\sin \beta}{\cos^2 \beta} < [(m + k_{2p})^2 - (m + k_{2p-1})^2] \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma}.$$

Primul membru al inegalității avînd valoare negativă, iar cel de-al doilea pozitivă, inegalitatea este satisfăcută.

Cazul :

$$\operatorname{ctg} \varphi_{1,2} < \operatorname{ctg} \varphi_B.$$

Avînd în vedere expresiile (7) și (5) și procedînd identic ca mai sus se obține :

$$\sum_{n=1}^{p-2} (k_{2n+2}^2 - k_{2n+1}^2) \frac{\sin \beta}{\cos^2 \beta} + [(m + k_{2p})^2 - (m + k_{2p-1})^2] \frac{\sin \gamma}{\cos^2 \gamma} < \frac{k_2^2 - k_1^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta.$$

De observat că această inegalitate se obține din inegalitatea (6), adăugînd primului membru al acesteia termeni pozitivi, în condițiile geometrice ale figurii 2. Ca urmare inegalitatea de mai sus nu va fi satisfăcută.

Rezultă că *axa instantanee a mișcării nu poate trece prin primul interval de contact al trunchiului de con, oricît de mare ar fi numărul de intervale de contact situate pe conul principal al acestuia.*

IV. Reconsiderînd figura 2 și întrebuințînd procedeul de mai sus se demonstrează că axa instantanee a mișcării trece prin intervalul CD. De altfel, aceasta ar rezulta în mod implicit și din faptul că axa instantanee nu trece atît prin primul interval de contact cît și prin intervalul lipsit de contact.

Pentru ca axa instantanee a mișcării să treacă prin intervalul CD va trebui să fie satisfăcută dubla inegalitate (fig. 2):

$$\sphericalangle D_1OC > \varphi_6 > \sphericalangle D_1OD$$

Notînd:

$$\sphericalangle D_1OC = \varphi_C \text{ și } \sphericalangle D_1OD = \varphi_D$$

va trebui ca:

$$\operatorname{ctg} \varphi_C < \operatorname{ctg} \varphi_6 < \operatorname{ctg} \varphi_D.$$

Din figură rezultă:

$$\operatorname{ctg} \varphi_c = \frac{OC_1}{CC_1};\ OC_1 = k_3 - k_0;\ CC_1 = (m + k_3) \operatorname{tg} \gamma,$$

punctul C_1 fiind proiecția pe axa conului a punctului C.

Înlocuind se găsește:

$$\operatorname{ctg} \varphi = \frac{k_3 - k_0}{m + k_0} \operatorname{ctg} \gamma. \tag{8}$$

Prin procedeu analog:

$$\operatorname{ctg} \varphi_D = \frac{k_4 - k_0}{m + k_0} \operatorname{ctg} \gamma. \tag{9}$$

Cazul:

$$\operatorname{ctg} \varphi_C < \operatorname{ctg} \varphi_6.$$

Valorile ctg φ_C și ctg φ_6 fiind date, respectiv, de expresiile (8) și (22), rezultă:

$$\frac{k_3 - k_0}{m + k_3} \operatorname{ctg} \gamma < \left[\cos \gamma - \frac{(m + k_0)\sqrt{2 \sin \gamma}}{\sqrt{\frac{k_1^2 - k_2^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta + \frac{(m+k_3)^2 + (m+k_4)^2}{\cos^2 \gamma} \sin \gamma}} \right] \frac{1}{\sin \gamma}.$$

Făcînd simplificări se găsește:

$$\frac{\sqrt{2 \sin \gamma}}{\sqrt{\frac{k_1^2 - k_2^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta + \frac{(m+k_3)^2 + (m+k_4)^2}{\cos^2 \gamma} \sin \gamma}} < \frac{\cos \gamma}{m + k_3}.$$

Ridicînd la pătrat ambii membri, făcînd simplificări și grupînd convenabil se găsește:

$$\left(\frac{m + k_3}{\cos \gamma}\right)^2 \sin \gamma - \left(\frac{m + k_4}{\cos \gamma}\right)^2 \sin \gamma < \left(\frac{k_1}{\cos \beta}\right)^2 \sin \beta - \left(\frac{k_2}{\cos \beta}\right)^2 \sin \beta.$$

Avînd în vedere figura 2, se găsește:

$$(\overline{UC}^2 - \overline{UD}^2) \sin \gamma < (\overline{VA}^2 - \overline{VB}^2) \sin \beta$$

sau:

$$(\overline{VB} - \overline{VA}) \frac{\overline{VB} + \overline{VA}}{2} \sin \beta < (\overline{UD} - \overline{UC}) \frac{\overline{UD} + \overline{UC}}{2} \sin \gamma$$

sau:

$$\overline{M_1N_1} < \frac{\overline{CD}}{\overline{AB}} \overline{M_2N_2}.$$

Dar $\overline{M_1N_1} < \overline{M_2N_2}$ și astfel cum s-a spus în precedent $\frac{CD}{AB} \geqslant 1$

Inegalitatea considerată inițial este deci satisfăcută.

Cazul:

$$\operatorname{ctg} \varphi_6 < \operatorname{ctg} \varphi_D.$$

Valorile ctg φ_6 și ctg φ_D fiind date respectiv de expresiile (22) și (9), rezultă:

$$\left[\cos \gamma - \frac{(m + k_0)\sqrt{2 \sin \gamma}}{\sqrt{\frac{k_1^2 - k_2^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta + \frac{(m+k_3)^2 + (m+k_4)^2}{\cos^2 \gamma} \sin \gamma}} \right] \times \frac{1}{\sin \gamma} < \frac{k_4 - k_0}{m + k_4} \operatorname{ctg} \gamma.$$

Făcînd simplificări se găsește;

$$\frac{\cos \gamma}{m + k_4} < \frac{\sqrt{2 \sin \gamma}}{\sqrt{\frac{k_1^2 - k_2^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta + \frac{(m+k_3)^2 + (m+k_4)^2}{\cos^2 \gamma} \sin \gamma}}.$$

Ridicînd ambii membri la pătrat, făcînd simplificări și grupînd convenabil se găsește:

$$\frac{k_1^2 - k_2^2}{\cos^2 \beta} \sin \beta < \frac{(m + k_3)^2 + (m + k_4)^2}{\cos^2 \gamma} \sin \gamma.$$

În conformitate cu figura 2, primul membru al acestei inegalități fiind negativ, iar cel de-al doilea pozitiv, și această a doua inegalitate este satisfăcută.

Rezultă că axa instantanee a mișcării de rotație trece prin intervalul *CD*.

V. Se consideră cazul general cînd axa instantanee a mișcării nu trece prin primul interval de contact al conului principal al sapei și se presupune că această axă trece printr-un interval de contact oarecare, diferit de primul. Se notează cu *MN* acest interval de contact (fig. 3) și cu φ

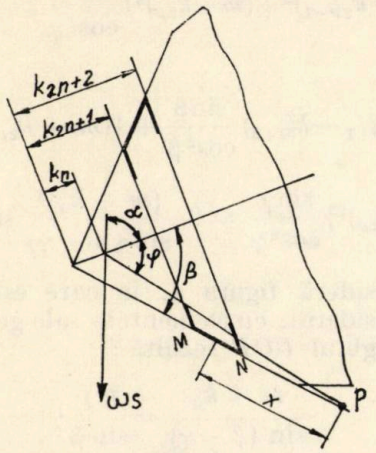


Fig. 3

unghiul făcut de axa instantanee de rotație cu axa de rotație a conului, iar cu k_{2n+1}, k_{2n+2} distanțele de la vîrful conului respectiv la proiecțiile punctelor *M* și *N* pe axa de rotație a conului.

Să determinăm lucrul mecanic de dislocare pe care îl dezvoltă în teren, intervalul de contact considerat.

Ipotezele admise în lucrarea precedentă rămîn aceleași:

a) suprafața de contact a intervalului de contact considerat este rigidă;

b) forța de dislocare este uniform distribuită pe lungimea acestui interval de contact.

Se notează cu *f* forța de dislocare pe unitatea de lungime de contact.

Fie *P* punctul în care axa instantanee a mișcării intersectează generatoarea de contact a conului și care, evident, aparține unui interval oarecare de contact, diferit de cel considerat precedent.

Procedînd în conformitate cu cele expuse la p. 849—851 a lucrării citate, lucrul mecanic de dislocare total $L_{\overline{MN}}$ dezvoltat de intervalul de contact *MN* este dat de expresia:

$$L_{\overline{MN}} = f\omega_s \frac{\sin\alpha}{\sin\varphi} \int_{\overline{PN}}^{\overline{PM}} x \sin(\varphi - \beta)\, dx =$$

$$= \frac{1}{2} f\omega_s \sin\alpha \frac{\sin(\varphi-\beta)}{\sin\varphi} (\overline{PM}^2 - \overline{PN}^2).$$

Din figură rezultă:

$$\overline{PM} = \overline{PV} - \overline{VM} = k_0 \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi-\beta)} - \frac{k_{2n+1}}{\cos\beta}$$

$$\overline{PN} = \overline{PV} - \overline{VN} = k_0 \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi-\beta)} - \frac{k_{2n+2}}{\cos\beta}.$$

Înlocuind aceste valori în expresia lui $L_{\overline{MN}}$ și efectuînd calculele se obține:

$$L_{\overline{MN}} = \frac{1}{2} f\omega_s \sin\alpha \frac{\sin(\varphi-\beta)}{\sin\varphi} \left[\frac{k_{2n+1}^2 - k_{2n+2}^2}{\cos\beta} + \right.$$

$$\left. + 2\frac{k_0}{\cos\beta} \frac{\sin\varphi}{\sin(\varphi-\beta)} \right] = f\omega_s \sin\alpha \left(\frac{k_{2n+2}}{\cos\beta} - \right.$$

$$\left. - \frac{k_{2n+1}}{\cos\beta} \right) \left[k_0 - \frac{k_{2n+2} + k_{2n+1}}{2} (1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{ctg}\varphi) \right] =$$

$$f\omega_s \sin\alpha\, \overline{MN} \left[k_0 - \frac{k_{2n+2} + k_{2n+1}}{2} (1 - \operatorname{tg}\beta \operatorname{ctg}\varphi) \right]. \quad (10)$$

Valorile α, β și φ fiind stabilite în prealabil (primele două din considerații cu duritatea terenului, iar ultima rezultînd din proiectarea elementelor sapei construite pe considerațiile de mai sus), din această ultimă expresie rezultă următoarele cu privire la valoarea lucrului mecanic de dislocare dezvoltat în teren de un interval oarecare de contact cu terenul aparținînd conului principal:

a) crește cu lungimea intervalului de contact.

b) crește în același timp cu micșorarea valorii $\frac{k_{2n+2} + k_{2n+1}}{2}$ care este distanța dintre vîrful *V* al conului principal și mijlocul intervalului definit de distanțele k_{2n+2}, k_{2n+1}, adică cu apropierea intervalului de contact față de vîrful conului.

Lungimea unui interval oarecare aparținînd conului principal, variind între limite restrînse, din expresia de mai sus rezultă că, datorită mișcării în jurul axei instantanee de rotație, intervalele de contact situate în apropierea vîrfului conului principal vor dezvolta în teren un lucru mecanic de dislocare avînd valoare mai mare decît intervalele de contact mai depărtate de acest vîrf.

Se consideră mișcarea generală a conului expusă la paragraful 1, cînd pe lîngă viteza în jurul axei instantanee de rotație mai intervin și mișcări de translație în lungul generatoarelor de contact (con principal — con suplimentar).

Se poate ușor observa că vitezele acestor mișcări de translație păstrează aceeași valoare și în cazul cînd generatoarea de contact a conului principal are întreruperi.

Datorită forțelor de dislocare, care provin ca urmare a acestei mișcări de translație, uzura

generatoarei este uniformă pe întreaga sa lungime.

Nu același lucru se întîmplă cu această generatoare, în mișcarea sa în jurul axei instantanee de rotație. În conformitate cu cele expuse mai sus, intervalele de contact situate spre vîrful conului principal, dezvoltînd în teren de lucru mecanic de dislocare mai mare, vor avea o uzură mai mare decît porțiunile de contact ale generatoarei situate spre baza acestui con. Intervalele de contact care se uzează mai repede se opun și avansării în teren a intervalelor mai puțin uzate.

Pentru a se evita acest inconvenient este necesar ca lucrul mecanic de dislocare pe unitatea de lungime de contact să aibă aceeași valoare pentru toate intervalele de contact. Valoarea acestui lucru mecanic specific de dislocare, pentru un interval oarecare al conului principal, rezultă din expresia (10) : ,

$$\frac{L_{\overline{MN}}}{\overline{MN}} = f\omega_s \sin\alpha\left[k_0 - \frac{k_{2n+2}+k_{2n+1}}{2}(1-\operatorname{tg}\beta.\operatorname{ctg}\varphi)\right].$$

Expresia din membrul doi, variind în lungul generatoarei de contact a conului principal în funcție de valoarea $\frac{k_{2n+2}+k_{2n+1}}{2}$ pentru ca să păstreze valoare constantă pe întreaga generatoare a conului principal va trebui ca :

$$1 - \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$$

sau :

$$\operatorname{ctg}\varphi = \operatorname{ctg}\beta$$

sau :

$$\varphi = \beta,$$

adică *axa instantanee de rotație trebuie să fie paralelă cu generatoarea conului principal.*

În acest caz, axa instantanee de rotație intersectează în mod necesar intervalul de contact aparținînd conului suplimentar, într-un punct oarecare P al acestuia.

Să determinăm modul în care se realizează constructiv condiția $\varphi = \beta$, pentru un con avînd $2p$ intervale de contact, între care intervalele definite de distanțele k_{2p-1}, k_{2p} aparțin conului suplimentar, al cărui semiunghi la vîrf se notează, ca de obicei, cu γ.

Prin generalizarea procedeului indicat la p. 1 111 din lucrarea „Considerații de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj" se găsește că unghiul φ_{2p-1}, $2p$, pe care axa instantanee a mișcării de rotație îl face cu axa conului, în cazul cînd axa instantanee de rotație trece prin intervalul de contact al conului suplimentar, este dat de expresia :

$$\operatorname{ctg}\varphi_{2p-1,2p} = \operatorname{ctg}\beta = \left\{\left[\cos\gamma - \frac{(m+k_0)\sqrt{2\sin\gamma}}{\sqrt{\sum_{s=0}^{p-2}(k_{2s+1}^2 - k_{2s+2}^2)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} + [(m+k_{2p-1})^2+(m+k_{2p})^2]\frac{\sin\gamma}{\cos^2\gamma}}}\right]\right\}\frac{1}{\sin\gamma}$$

sau :

$$\frac{2(m+k_0)^2\sin\gamma}{\sum_{s=0}^{p-2}(k_{2s+1}^2 - k_{2s+2}^2)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} + [(m+k_{2p-1})^2+(m+k_{2p})^2]\frac{\sin\gamma}{\cos^2\gamma}} = \frac{\sin^2(\beta-\gamma)}{\sin^2\beta}$$

sau :

$$\sum_{s=0}^{p-2}[k_{2s+1}^2 - k_{2s+2}^2)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} + [(m+k_{2p-1})^2 + (m+k_{2p})^2]\frac{\sin\gamma}{\cos^2\gamma} = 2\frac{(m+k_0)^2}{\sin^2(\beta-\gamma)}\sin^2\beta\cdot\sin\gamma.$$

Se consideră figura 4, în care este figurat conul considerat, cu elementele sale geometrice. Din triunghiul UOP rezultă :

$$\frac{m+k_0}{\sin(\beta-\gamma)} = \frac{\overline{UP}}{\sin\beta}.$$

Înlocuind în expresia de mai sus se găsește :

$$\sum_{s=0}^{p-2}(k_{2s+1}^2 - k_{2s+2}^2)\frac{\sin\beta}{\cos^2\beta} + [(m+k_{2p-1})^2 + (m+k^2{}_{2p})^2]\frac{\sin\gamma}{\cos^2\gamma} = 2\overline{UP}^2\sin^2\beta\sin\gamma$$

sau :

$$\left[\left(\frac{m+k_{2p-1}}{\cos\gamma}\right)^2 + \left(\frac{m+k_{2p}}{\cos\gamma}\right)^2\right]\sin\gamma - 2\overline{UP}^2\sin\gamma = \sum_{s=0}^{p-2}\left[\left(\frac{k_{2s+2}}{\cos\beta}\right)^2 - \left(\frac{k_{2s+1}}{\cos\beta}\right)^2\right]\sin\beta.$$

Se notează cu $A, B, C, D, \ldots, Y, Z$ punctele de pe generatoarea conului care corespund respectiv distanțelor $k_1, k_2, k_3, k_4, \ldots, k_{2p-1}, k_{2p}$ de pe axa conului. Expresia de mai sus devine :

$$(\overline{UY}^2 + \overline{UZ}^2 - 2\overline{UP}^2)\sin\gamma - (\overline{VB}^2 - \overline{VA}^2 + \overline{VD}^2 - \overline{VC}^2 + \ldots)\sin\beta. \qquad (11)$$

Pentru un con oarecare al unei sape cu trei conuri, destinată să foreze într-un teren de o anumită duritate, membrul doi al egalității de mai sus, are valoare cunoscută. Într-adevăr, la proiectarea conurilor acestei sape, între alte date, se aleg inițial după criteriile cunoscute, stabilite de experiență : unghiul α, abaterea laterală a a axelor de rotație a conurilor sapei

față de axa de rotație a sapei, lățimea și înălțimea dinților conului principal. Cu aceste date din geometria conurilor rezultă unghiul β și valoarea k_0. Prin unul din procedeele numeric sau grafic cunoscute se procedează la așezarea

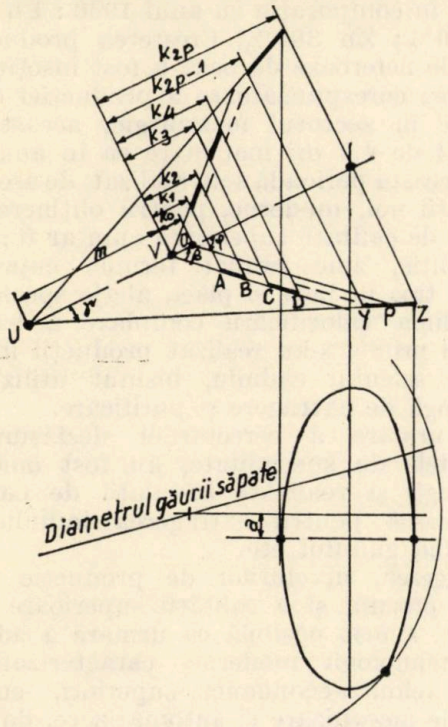


Fig. 4

pe conul principal a intervalelor de contact ale acestuia, începînd de la vîrful fiecărui con și înșiruind succesiv toate intervalele de contact ale conurilor principale, rezultînd astfel valorile VA, VB, VC, VD... ale celui de-al doilea membru al ultimei expresii de mai sus.

Pentru ca această expresie să fie satisfăcută va trebui, deci, să se intervină asupra valorilor care alcătuiesc primul membru al său, în care figurează numai factori aparținînd conului suplimentar. Se începe prin alegerea înălțimii dinților acestui con. Cu aceasta punctul Z este definit din considerația de contact cu peretele găurii al cercului care trece prin punctul extrem al intervalului conului suplimentar și avînd planul perpendicular pe axa de rotație a conului, iar ca rază (distanța acestui punct la axa de rotație a conului (fig. 4).

În funcție de duritatea terenului se alege apoi unghiul γ (pentru terenuri moi valori mai mici, iar pentru terenuri dure valori mai mari). Prin punctul Z se duce o dreaptă care face unghiul γ cu axa conului și pe care o întîlnește în punctul U. Paralela dusă din 0 la generatoarea conului principal, întîlnește dreapta UZ în punctul P. S-au determinat astfel valorile γ, $\overline{UZ}$ și $\overline{UP}$. Din expresia (11) se deduce apoi singura necunoscută $\overline{UY}$.

Valoarea membrului doi al expresiei (11), avînd valoarea diferită pentru fiecare con al sapei, operația de mai sus trebuie efectuată pentru fiecare con în parte. Operația se efectuează prin încercări.

Din cauza lungimii pe care o impune generatoarea conului suplimentar (poziția punctului Y), este necesară uneori reconsiderarea membrului doi al expresiei (11), intervenind asupra valorii lui β și, implicit, și a lui k_0 și făcînd un nou angajament al intervalelor de contact ale conurilor principale. Alteori, din considerente constructive, apare necesitatea unei foarte mici abateri de paralelism între axa instantanee de rotație a mișcării și generatoarea conului principal, făcută astfel încît să nu afecteze în mod sensibil repartizarea uniformă a lucrului mecanic de dislocare pe intervalele de contact ale acestuia.

Concluzii

În timpul lucrului în teren în regim normal de foraj al unui con oarecare aparținînd unei sape cu conuri, capacitatea de rezistență la uzură a dinților conului principal este mai mică decît a dinților conului suplimentar. Constructiv, dinții conului principal au un volum mai mic de material care se opune uzurii, apoi sînt așezați în regiunea generatoarei unde fenomenul de dislocare are intensitate mai mare, putînd fi și neuniform repartizat pe dinții acestui con.

Este necesar a se reduce la maximum posibil efectul semnalat, ceea ce se face prin așezarea axei instantanee de rotație a mișcării conului paralel cu generatoarea conului său principal. Aceasta se realizează printr-o alegere convenabilă a elementelor geometrice ale conului suplimentar (unghi la vîrf, lungimea generatoarei acestuia). Evident, valoarea unghiului la vîrf al conului suplimentar va fi aceeași pentru toate conurile sapei.

Acest aranjament duce la o uzură uniformă al dinților conului principal, care antrenează după sine o avansare maximă în teren a sapei.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bentson, H.G. *Rock-bit design, selection and evaluation. Drilling and production practice.* A.P.I. New York, 1956.

[2] Gabos, Z., Mangeron, D. și Stan, I. *Fundamentele mecanicii*, Ed. Academiei R.S.R., București, 1961.

[3] Gregorian Ter și Egerev. *Sape pentru forajul rotativ.* Traducere din limba rusă.

[4] Ioachimescu, A. *Mecanica rațională*, Monitorul Oficial, București, 1947.

[5] Mihăiescu, Șt. Considerații de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj. În: Studii și cercetări de mecanică aplicată — Ed. Academiei R.S.R., 1970.

[6] Stoenescu, Al. Golaș — *Mecanica teoretică* — Ed. tehnică, București, 1963.

[7] Vîlcovici, V. ș.a. *Mecanica teoretică.* Ed. tehnică, București, 1962.

Ing. M. Mateescu

Industria metalurgică a metalelor neferoase grele şi rare (însoţitoare) din ţara noastră

Metalurgia extractivă a metalelor neferoase are o veche tradiţie în ţara noastră. Descoperirile arheologice atestă această îndeletnicire a dacilor în zona Munţilor Apuseni cu mult înainte de cucerirea Daciei de către romani. Metalele care prezentau interes în acea perioadă erau aurul, argintul şi cuprul. În timpul ocupaţiei romane extragerea aurului şi argintului este intensificată în această zonă, unul din centrele care prezintă o puternică înflorire fiind „Auraria Minor", actualul oraş Zlatna, amplasat în partea de răsărit a masivului Munţilor Apuseni la circa 30 km de oraşul Alba Iulia.

Prelucrarea organizată a produselor miniere neferoase într-o uzină datează din anul 1747 cînd, la Zlatna, au fost construite primele cuptoare pentru extragerea cuprului şi a metalelor preţioase. În perioada următoare se dezvoltă industria extractivă a plumbului şi cuprului la uzinele Firiza şi Baia Mare, iar din 1940 extragerea zincului la uzina SONEMIN din Copşa Mică.

După preluarea conducerii ţării de către clasa muncitoare şi naţionalizarea principalelor mijloace de producţie, industria metalurgică neferoasă a cunoscut o dezvoltare continuă, planificată, corelată cu necesităţile economiei naţionale.

În perioada 1948—1960 se poate distinge o etapă în care uzinele existente la naţionalizare au fost sistematizate şi dezvoltate, mergîndu-se în special pe folosirea tehnologiilor şi utilajelor existente în exploatare.

După 1960, are loc o creştere considerabilă a capacităţilor de producţie, prin introducerea tehnologiilor moderne de extragere a cuprului, zincului şi plumbului.

Baza materială pentru producţia principalelor metale neferoase (Pb, Cu, Zn) o constituie concentratele selective sau colective obţinute prin prepararea minereurilor autohtone, a căror calitate este, în general, diferită de a celor ce se prelucrează în alte ţări, fiind caracterizate prin conţinuturi relativ scăzute ale metalului principal „impurificate" totodată cu alte metale neferoase, ceea ce generează unele greutăţi în exploatarea instalaţiilor metalurgice.

Dispunem, de asemenea, de importante cantităţi de pirite aurifere ce trebuie prelucrate în amestec cu concentratele de cupru sau plumb pentru extracţia metalelor preţioase.

I. Stadiul actual de dezvoltare a uzinelor chimico-metalurgice neferoase

Dinamica producţiei metalelor neferoase este caracterizată printr-o creştere continuă, în strînsă corelare cu necesităţile economiei naţionale, în 1974 atingîndu-se următoarele niveluri, în comparaţie cu anul 1960 : Pb 160%; Cu 530%; Zn 300%. Creşterea producţiei la metalele neferoase de bază a fost însoţită şi de creşterea corespunzătoare a producţiei de acid sulfuric în sectorul metalurgic, aceasta fiind în 1974 de 4,2 ori mai mare ca în anul 1960.

În această perioadă s-au realizat, de asemenea, instalaţii noi, moderne, pentru obţinerea unor metale de calitate superioară cum ar fi : plumb electrolitic, zinc rafinat termic, cupru fără oxigen tras în bare şi plăci, aliaje speciale etc.

Pe linia valorificării complexe a bazei de materii prime, s-au realizat producţii industriale de seleniu, cadmiu, bismut utilizîndu-se tehnologii de extragere şi purificare.

Ca urmare a cercetărilor desfăşurate în institutele de specialitate, au fost omologate tehnologii şi realizate instalaţii de concepţie românească pentru extragerea indiului, germaniului, galiului etc.

Atingerea, nivelurilor de producţie menţionate, precum şi a calităţii superioare a produselor, a fost posibilă ca urmare a adoptării unor tehnologii moderne, caracterizate prin indici tehnico-economici superiori, cu grad mare de mecanizare şi automatizare, dotate cu sisteme eficiente de desprăfuire şi condiţionare a gazelor, în vederea limitării poluării mediului înconjurător.

În prezent, producţia de cupru se realizează în instalaţiile de la Zlatna şi Baia Mare.

— Secţia metalurgică din Zlatna, reconstruită în anul 1962 şi dezvoltată în 1973—1974, este dotată cu un cuptor de topire cu flacără, cu boltă suspendată, pentru obţinerea matei, şi cu convertizoare pentru prelucrarea acesteia pînă la cupru brut blister.

Cuprul de convertizor produs se consumă parţial în unitate pentru fabricarea sulfatului de cupru, cantitatea cea mai mare fiind însă expediată la Baia Mare, în vederea rafinării electrolitice.

— Secţia metalurgică nouă din Baia Mare (fig. 1), pusă în funcţiune în anul 1966, este dotată cu o instalaţie de topire în suspensie a concentratelor cuproase în amestec cu pirite aurifere, care în anii următori îşi va mări capacitatea de prelucrare prin utilizarea pentru prima oară în metalurgia neferoasă a aerului îmbogăţit în oxigen.

Secţia este dotată, de asemenea, cu convertizoare, cuptoare de rafinare termică a cuprului, instalaţii de rafinare electrică (fig. 2) şi de producere a cuprului fără oxigen sub formă de bare şi plăci.

În prezent aproape întreaga cantitate de cupru este livrată beneficiarilor sub formă de

bare și plăci, circa 1% fiind destinată obținerii pulberilor de cupru utilizate în industria constructoare de mașini și electrotehnică.

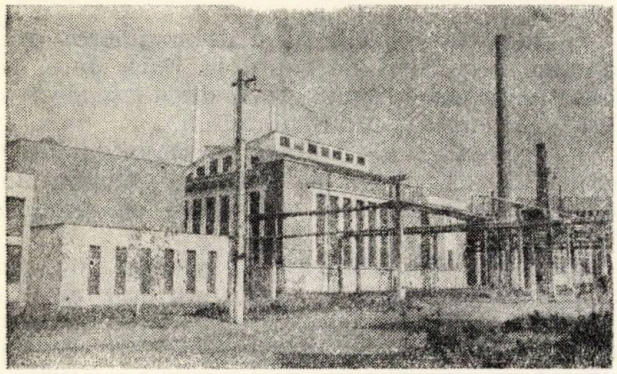


Fig. 1. Baia Mare, vedere din uzină.

Unitatea principală producătoare de zinc și plumb este Intreprinderea metalurgică din Copșa Mică, dotată cu o instalație modernă I.S.P. pusă în funcțiune în anul 1966. O mică parte din producția de zinc este obținută în

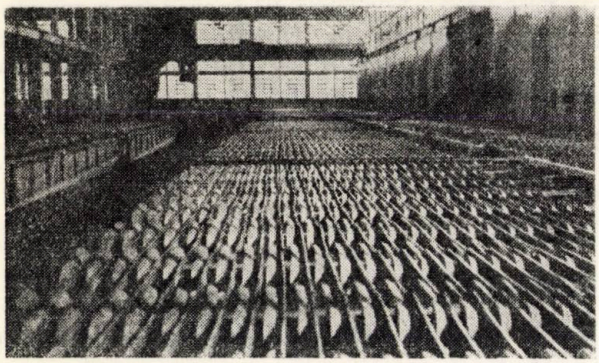


Fig. 2. Baia Mare, electroliza cuprului.

unitate prin prelucrarea aglomeratului zincos în cuptoare cu retorte orizontale de tip Birkengang, instalații prevăzute a se dezafecta în viitor.

În întreprindere funcționează de asemenea o instalație de rafinare termică a zincului de tip New Jersey și o secție de rafinare electrolitică a plumbului decuprat (fig. 3).

Plumb decuprat se produce și la uzina Firiza (Baia Mare), o parte fiind trimisă la Copșa Mică pentru rafinare electrolitică, restul fiind utilizat la producerea de oxizi de plumb, țevi și tabele de plumb, în cadrul platformei din Baia Mare (fig. 4).

Trebuie menționat că în toate unitățile amintite se obțin, ca producție suplimentară, acid sulfuric, precum și o întreagă gamă de produse chimice.

Creșterea cadrelor de specialitate și întărirea disciplinei tehnologice a constituit o preocupare susținută, atît a conducerii unităților, cît și a organelor centrale de conducere, astfel că datorită bunei organizări a acestui sector toate unitățile lucrează rentabil.

Metalurgia neferoasă dispune de un sector de cercetări și proiectări specializat, care a participat activ la introducerea tehnologiilor moderne în unitățile de profil.

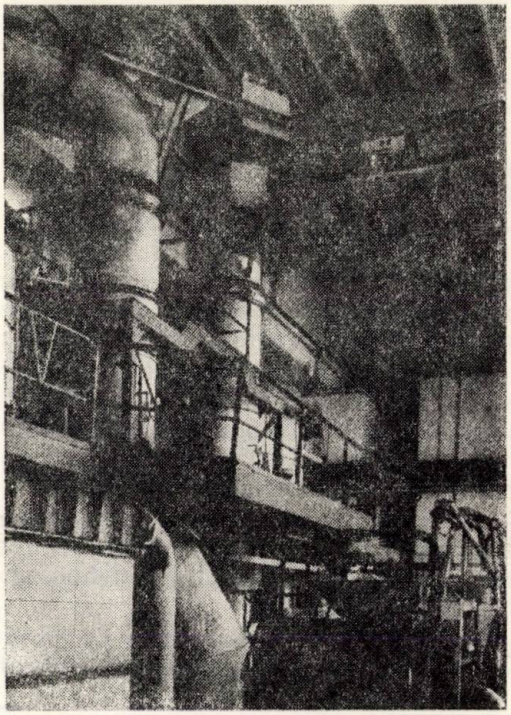


Fig. 3. Copșa Mică, decuprarea plumbului.

Compartimentele de proiectare dețin o mare experiență în elaborarea de proiecte pentru realizarea integrală a obiectivelor industriale,

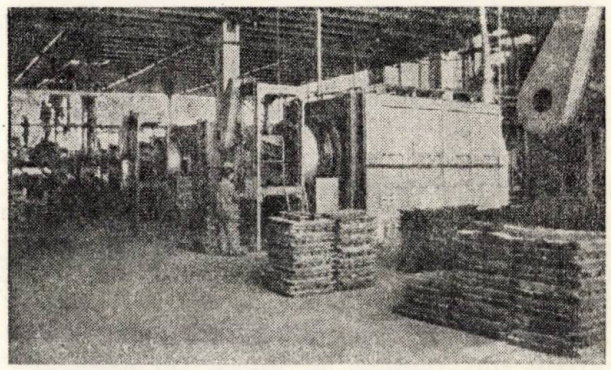


Fig. 4. Baia Mare, secția oxizi de plumb.

atît pentru investiția de bază, cît și pentru conexe și pot acorda asistență tehnică la realizarea și punerea în funcțiune a obiectivelor specifice.

II. **Sarcinile de perspectivă,** ale metalurgiei neferoase grele pentru cincinalul 1976 — 1980 prevăd dezvoltarea în ritm susținut a producției principalelor metale (Pb, Cu, Zn), precum și asimilarea în fabricație a unor produse noi pe

baza tehnologiilor omologate de concepție românească după cum urmează :

— dublarea capacității uzinei din Copșa Mică pentru prelucrarea concentratelor colective de plumb-zinc prin construirea și punerea în exploatare a celui de-al doilea furnal I.S.P. îmbunătățit din punct de vedere tehnologic :

— realizarea unei noi uzine de cupru cu o capacitate de prelucrare a concentratelor cuproase de 1,5 ori mai mare ca cea de la Baia Mare, pe baza tehnologiei topirii în suspensie cu utilizarea în proces a aerului îmbogățit în oxigen ;

— dublarea producției de seleniu prin dezvoltarea capacității existente la Baia Mare (tehnologia românească de autoclavizare a nămolurilor bogate în seleniu de la electroliza cuprului și de la fabricile de acid sulfuric) ;

— valorificarea metalelor utile din zgurele metalurgiei plumbului și zincului de la Copșa Mică, prin prelucrarea acestora piro sau electrometalurgic, în vederea creșterii randamentelor de extracție a plumbului și zincului ;

— prelucrarea prafurilor volatile rezultate în metalurgia cuprului în vederea recuperării metalelor conturate utilizînd o tehnologie de concepție românească ;

— realizarea primei capacități de producție a bioxidului de mangan electrolitic, bazată pe o schemă tehnologică de leșiere — carbonatare — electroliză stabilită de cercetătorii români pentru minereurile oxidice sărace de mangan ;

— dublarea capacității și diversificarea producției de pulberi de cupru la Baia Mare, pe baza tehnologiei românești de depunere electrolitică la densități mari de curent ;

— producerea de pulberi de aluminiu într-o gamă diversă prin pulverizarea aluminiului urmată de măcinarea protejată cu produse petrolifere.

Succesele obținute pînă în prezent, precum și abordarea noilor obiective au fost și sînt posibile datorită politicii partidului nostru de promovare consecventă a progresului tehnic și de valorificare superioară a resurselor naturale ale țării, participării active a muncitorilor, tehnicienilor, specialiștilor, a tuturor lucrătorilor din întreprinderile metalurgiei neferoase la realizarea și depășirea sarcinilor pe care le-au avut. Experiența de care dispunem în acest domeniu, potențialul uman și tehnic realizat și dezvoltat de regimul socialist, creează premisele pentru abordarea cu încredere a marilor sarcini prevăzute în Directivele Congresului al XI-lea al Partidului Comunist Român, pentru dezvoltarea industriei metalurgiei neferoase în viitorul cincinal și pentru perioada 1981—1990.

Dr. ing. **I. Matei**, ing. **Florica Băltărețu** și ing. **Liviu Jurca**

Contribuții la dimensionarea instalațiilor de aeraj parțial aferente lucrărilor miniere de lungime mare

I. Considerații generale

Corespunzător particularităților de principiu ale fiecărui procedeu de aeraj parțial (aspirant, refulant sau combinat), precum și specificului minelor, în ceea ce privește securitatea, domeniilor de aplicare ale celor trei procedee de aeraj sînt diferite.

Indicațiile și contraindicațiile de aplicabilitate sînt dictate de faptul că, avantajele unui procedeu în anumite condiții, pot deveni dezavantaje în alte condiții.

Astfel, procedeul de aeraj refulant prezintă domeniul de aplicabilitate cel mai larg, putînd fi utilizat atît la minele grizutoase, cît și la cele negrizutoase (inclusiv minele de minereu) neexistînd contraindicații impuse de riscul unei catastrofe, în cazul unei dimensionări corecte. Utilizarea aerajului refulant în minele grizutoase, nu mărește riscul cauzat de prezența gazelor explozive pe traseul lucrării, deoarece mijloacele de control existente asigură cunoașterea permanentă a concentrațiilor acestor gaze, lucru care nu poate fi realizat în coloanele aspirante, deși normele limitează conținutul de metan la 2% în aceste coloane.

Procedeul de aeraj aspirant are un domeniu mai redus în care prezintă avantaje nete și anume, este recomandabil în cazul minelor negrizutoase și în special la lucrările de lungime mare. Procedeul de aeraj combinat este recomandat pentru același domeniu, iar dacă coloana aspirantă poate fi echipată cu ventilatoare pneumatice sau electro-pneumatice, domeniul acestuia poate fi extins și în cadrul minelor grizutoase.

II. Metode de dimensionare a instalațiilor de aeraj parțial

Prima fază a dimensionării instalațiilor de aeraj parțial, o constituie calculul cantității de aer în fronturile de lucru, problemă reglemen-

tată în instrucțiunile anexă la N.D.P.M. ediția 1969.

Cea de a doua fază, corespunde stabilirii corecte a parametrilor funcționali aferenți ventilatorului sau vetilatoarelor (Q_v, h_v), care vor asigura transportul aerului necesar în frontul de lucru.

Dacă coloanele de aeraj ar fi perfect etanșe, atunci debitul necesar la ventilator ar fi egal cu debitul din frontul de lucru, iar depresiunea (presiunea) pe care trebuie s-o dezvolte ventilatorul, s-ar calcula cu relația :

$$h_v = L \cdot R_0 \cdot Q_f^2 \text{ (mm } H_2O\text{)}. \quad (1)$$

În realitate însă, coloanele de aeraj nu pot fi perfect etanșe, fapt pentru care, mărimea debitului la ventilator și implicit a depresiunii (presiunii) acestuia, vor fi afectate de mărimea pierderilor de aer.

Ca urmare a dificultăților de apreciere cu exactitate a valorii absolute a pierderilor de aer prin neetanșeitățile coloanelor, metodele de calcul al parametrilor funcționali aferenți ventilatorului (ventilatoarelor), sînt diferențiate în funcție de legea de distribuție a acestor pierderi presupusă a caracteriza curgerea aerului.

1. *Metoda Voronin*

Conform acestei metode, parametrii funcționali ai ventilatorului se calculează cu relațiile :

$$Q_v = p \cdot Q_f \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (2)$$

și

$$h_v = R_0 \cdot L \cdot Q_v \cdot Q_f = R \cdot Q_v \cdot Q_f \cdot \text{(mm}H_2O\text{)} \quad (3)$$

în care :

Q_v, Q_f reprezintă debitele de aer necesare de asigurat la ventilator și respectiv în frontul de lucru (m^3/s) ;

h_v — depresiunea ventilatorului (mmH_2O) ;

R_0, R — rezistența aerodinamică unitară a coloanei de aeraj (tab. 1) și respectiv rezistența totală a coloanei (kμ) ;

L — lungimea finală a lucrării miniere (m) ;

p — coeficientul absolut al pierderilor de aer prin neetanșeitățile coloanei.

$$p = \frac{Q_v}{Q_f} = \left(\frac{1}{3} K_0 \frac{d}{m} L \sqrt{R} + 1\right)^2 \quad (4)$$

unde :

d reprezintă diametrul coloanei, (m) ;

m — lungimea unui tub (m) ;

K_0 — coeficientul unitar al pierderilor de aer prin neetanșeitățile coloanei de aeraj (tab. 2).

Tabelul 1

Rezistența aerodinamică R_0 specifică diferitelor conducte de aeraj parțial

Nr. crt.	Tipul de conductă	Diametrul conductei, m				
		300	400	500	600	700
1.	Conducte rigide din material plastic	0,743	0,175	0,0575	0,0233	0,0055
2.	Conducte metalice noi	0,845	0,200	0,0655	0,0265	0,00625
3.	Conducte metalice deformate și oxidate	1,07	0,254	0,083	0,0335	0,0079

Tabelul 2

Valorile medii ale coeficientului K_0, obținute în condițiile minelor din R.S.R.

Sistemul de îmbinare și etanșare	K_0
Cu flanșe și garnituri de carton (execuție mediocră)	2.10^{-3}
Cu flanșe și garnituri de carton (execuție bună)	5.10^{-4}
Cu flanșe și garnituri plate de cauciuc	10.10^{-5}

2. *Metoda Bertard*

Parametrii funcționali ai ventilatoarelor, în acest caz, se calculează cu relațiile :

$$Q_v = Q_f + \frac{K_s \cdot h_0^\beta}{\beta + 1} L \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (5)$$

și

$$h_v = h_0 \left(1 + \frac{2}{\beta + 2} \frac{Q_v - Q_f}{Q_f}\right) \text{(mm } H_2O\text{)} \quad (6)$$

în care :

h_0 reprezintă pierderea de presiune în cazul absenței pierderilor de aer (mm H_2O) ;

h_0 = $R_0 L Q_f^2$ (mm H_2O) ;

K_s, β — coeficienți specifici pierderilor de aer (tab. 3 și 4).

Dependența dintre coeficientul unitar al pierderilor de aer K_0 și coeficientul specific al acestora, se exprimă prin relația :

$$K_s = K_0 \cdot d. \quad (7)$$

3. *Metoda C.C.S.M. Petroșani*

Conform acestei metode, parametrii funcționali ai ventilatorului, se calculează cu relațiile :

$$Q_v = \frac{Q_f}{1 - K_0 L d \sqrt{\frac{R}{2}}} \text{ (m}^3\text{/s)} \quad (8)$$

și

$$h_v = R_0 L \cdot Q_v \cdot Q_f \text{ (mm } H_2O\text{)}. \quad (9)$$

Tabelul 3

Valorile coeficientului K_s pentru îmbinări corect executate

Sistemul de îmbinare	Diametrul tubului (mm)						
	300	400	500	600	700	800	1000
Cu manşon de cauciuc	$0{,}5.10^{-5}$ $0{,}5.10^{-9}$	$0{,}66.10^{-5}$ $0{,}66.10^{-9}$	$0{,}83.10^{-5}$ $0{,}83.10^{-9}$	$10^{-5}-10^{-9}$	$1{,}16.10^{-5}$ $1{,}16.10^{-9}$	$1{,}3.10^{-5}$ $1{,}3.10^{-9}$	$1{,}66.10^{-5}$ $1{,}66.10^{-9}$
Cu flanşe şi garnituri de carton	3.10^{-4}	$3{,}96.10^{-4}$	$4{,}98.10^{-4}$	6.10^{-4}	$6{,}96.10^{-4}$	$7{,}8.10^{-4}$	$9{,}96.10^{-4}$
Cu flanşe şi garnituri plate de cauciuc	$3{,}75.10^{-5}$	$4{,}95.10^{-5}$	$6{,}225.10^{-5}$	$7{,}5.10^{-5}$	$8{,}7.10^{-5}$	$9{,}75.10^{-5}$	$12{,}45.10^{-5}$
Cu flanşe şi garnituri rotunde de cauciuc	$1{,}5.10^{-6}$	$1{,}98.10^{-6}$	$2{,}49.10^{-6}$	3.10^{-6}	$3{,}48.10^{-6}$	$3{,}9.10^{-6}$	$4{,}98.10^{-6}$

Tabelul 4

Valorile practice ale coeficientului β

Tipul conductei şi gradul de etanşare	
Conducte rigide cu etanşare slabă	0,5 — 0,6
Conducte rigide cu etanşare bună	0,9 — 1,0
Conducte flexibile cu etanşare foarte bună	1,2

Mărimea parametrilor funcţionali Q_v şi h_v ai ventilatorului, comparativ cu valoarea debitului de aer necesar în frontul de lucru Q_f şi respectiv a presiunii (depresiunii) ipotetice h_0, este determinată de existenţa pierderilor de aer care cauzează o cheltuială suplimentară de energie.

Aceste pierderi, pe de altă parte, conduc la imposibilitatea realizării unui aeraj satisfăcător. Trebuie menţionat că dacă o coloană de aeraj parţial prezintă pierderi importante de aer, există o lungime critică de la care devine imposibilă obţinerea debitului util în front, oricare ar fi puterea ventilatorului instalat. Acest lucru se poate observa cu uşurinţă din relaţia 8 în care produsul $K_0 \cdot L \cdot d \cdot \sqrt{\frac{R}{2}} \geqslant 1$; deci realizarea aerajului în aceste condiţii nu este posibilă decît prin modificarea sistemului de îmbinare a tuburilor, în consecinţă de micşorare a ordinului de mărime a coeficientului K_0.

III. Alegerea şi amplasarea ventilatoarelor de aeraj parţial

După cum este cunoscut, lungimea unei coloane de aeraj variază în timp, odată cu avansarea frontului de lucru. Din acest motiv, este necesar ca pentru toată durata de execuţie a lucrării miniere, să se aleagă unul sau mai multe ventilatoare, care să asigure debitul de aer necesar în frontul de lucru cînd coloana atinge lungimea maximă. În consecinţă, valorile calculate Q_v şi h_v, după una din metodele menţionate, trebuie să fie confruntate cu curbele caracteristice ale ventilatoarelor, în scopul alegerii judicioase a acestora.

Asigurarea parametrilor funcţionali Q_v şi h_v nu este posibilă însă întotdeauna cu ajutorul unui singur ventilator şi din această cauză se recurge frecvent la cuplarea mai multor ventilatoare, în serie sau în paralel, conform cerinţelor.

Spre deosebire de montarea în paralel la care ventilatoarele se amplasează în acelaşi loc (soluţie la care se recurge mai rar), montarea în serie poate fi realizată în două moduri şi anume:

— cu plasarea concentrată a ventilatoarelor (baterie);

— cu plasarea distanţată a ventilatoarelor de-a lungul coloanei de aeraj (cascadă).

În cazul montării concentrate a ventilatoarelor, este indicat ca între acestea să fie intercalat fie un tub de aeraj, fie un fagure pentru a se evita scăderea importantă a randamentului ventilatorului din aval.

La amplasarea în acelaşi loc a mai multor ventilatoare, este necesară cunoaşterea lungimilor coloanelor care pot fi deservite de către unul, două sau mai multe ventilatoare, în condiţiile asigurării continue a debitului de aer stabilit pentru frontul de lucru respectiv.

În acest scop, se poate utiliza metoda grafică exemplificată în figura 1.

Pe diagrama transpusă în figura 1, sînt reprezentate curbele caracteristice aferente unui ventilator, două şi trei ventilatoare înseriate de forma $h = f\ (Q)$, transformate din sistemul de coordonate $Q - h$, într-o familie de curbe redate în sistemul $Q - L$. Aceste curbe reprezentate prin linie continuă sînt stabilite funcţie de rezistenţa aerodinamică a reţelei (coloană din tuburi de ∅ 400 mm). În acelaşi sistem de coordonate $Q-L$ s-au trasat şi curbele modificate, determinate în condiţiile existenţei pierderilor de aer prin neetanşeităţile coloanei (aceste curbe sînt reprezentate prin linie întreruptă).

De exemplu, pentru săparea unei lucrări miniere cu lungimea finală de 400 m şi cu un debit în front $Q_1 = 60$ m³/min din diagrama

(fig. 1), rezultă obligativitatea montării a trei ventilatoare VE—1,5 kW după cum urmează :

— primul ventilator va transporta debitul $Q = 60$ m³/min pe distanţa de 230 m (fig. 2,*a*) ;

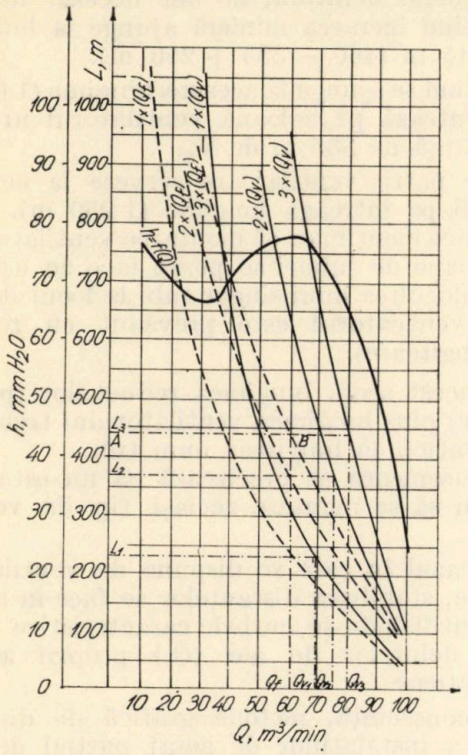


Fig. 1. Metodă de determinare a lungimii aferente unui ventilator.

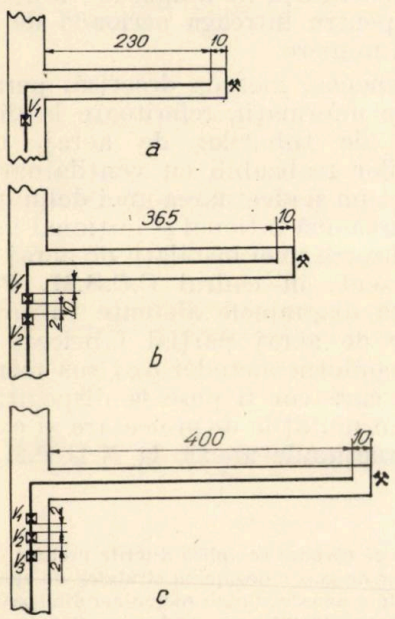


Fig. 2. Montarea a trei ventilatoare pentru transportul debitului de $Q_f = 60$ m³/min pe distanţe de : *a* — 230 m ; *b*—365 m ; *c*—400 m.

— prin montarea celui de-al doilea ventilator, se poate transporta acelaşi debit în front, pe lungimea de 365 m (230 + 135 m) (fig. 2,*b*) ;

— montarea celui de-al treilea ventilator permite asigurarea debitului în front pînă la atingerea lungimii finale de 400 m (fig. 2, *c*).

De remarcat că numărul ventilatoarelor necesare se poate determina direct din diagramă, căutîndu-se pentru lungimea finală, curba rezultantă care poate asigura debitul stabilit pentru frontul de lucru (din punctul *A* de lungime maximă se duce o paralelă la abscisă pînă întîlneşte curba rezultantă a două sau trei ventilatoare înseriate).

În cazul montării ventilatoarelor în lucrarea în săpare, eşalonate de-a lungul coloanei, este necesar să se evite recircuitarea aerului prin asigurarea în coloană a presiunii de acelaşi semn.

Acest lucru este posibil prin stabilirea riguroasă a distanţelor maxime dintre ventilatoare, lucru dificil de realizat printr-un calcul teoretic.

Distanţa maximă aferentă unui ventilator, se poate determina însă mai comod tot pe cale grafică, prin evidenţierea pierderilor de aer specifice sistemului de îmbinare şi etanşare adoptat.

În figura 3 este prezentată această metodă utilizîndu-se pentru exemplificare ventilatoarele electrice de 1,5 kW. În acest scop, curba

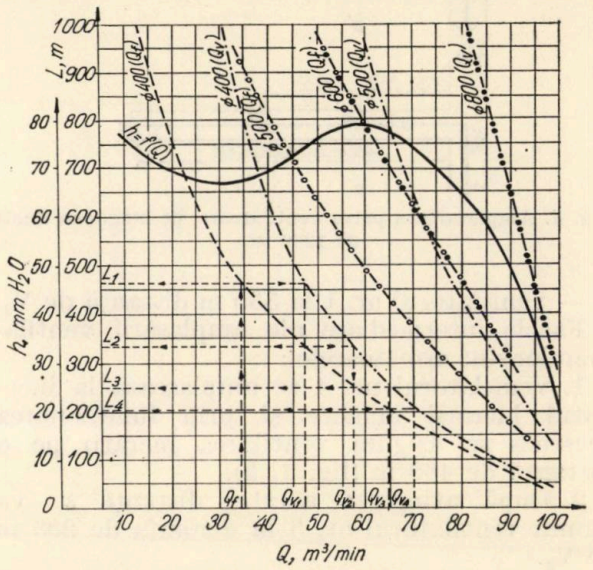


Fig. 3. Metodă operativă de stabilire a distanţei dintre ventilatoarele de aeraj parţial.

ventilatorului $h = f(Q)$ din sistemul de coordonate $Q—h$, a fost transformată într-o familie de curbe redate în sistemul $Q—L$, curbe stabilite funcţie de rezistenţa aerodinamică a reţelei. În acelaşi sistem de coordonate QL, s-au trasat curbele modificate determinate în condiţiile existenţei pierderilor de aer prin neetanşeităţile coloanei.

Astfel, pentru săparea unei lucrări miniere pe lungimea finală de 1 250 m, cu un debit necesar în front de 34 m³/min, presupunîndu-se că se vor utiliza tuburi de aeraj de Ø 400 mm,

sînt necesare patru ventilatoare VE—1,5 kW amplasate în final după cum urmează (fig. 4, *a*) :

— ventilatorul nr. 4 la începutul lucrării ;
— ventilatorul nr. 3 la 205 m distanţă de V_4 ;
— ventilatorul nr. 2 la 250 m distanţă de V_3 ;

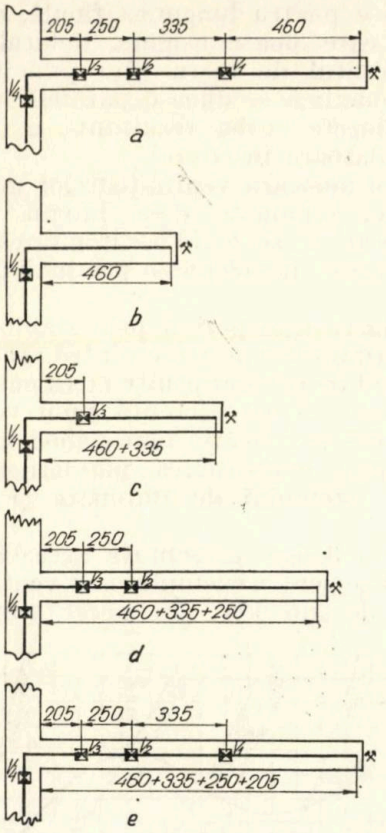


Fig. 4. Amplasarea a patru ventilatoare, pe lungimea finală de 1250 m.

— ventilatorul nr. 1 la 335 m distanţă de V_2.

Fazele intermediare ale amplasării ventilatoarelor sînt următoarele :

1. Ventilatorul nr. 4 se amplasează la începutul lucrării miniere şi prin funcţionarea acestuia se asigură ventilarea lucrării pe o distanţă de 460 m (fig. 4, *b*).

2. După atingerea acestei distanţe se va monta ventilatorul nr. 3 la distanţa de 205 m de V_4.

Cu cele două ventilatoare (V_4 şi V_3) se poate continua aerisirea lucrării pînă la realizarea distanţei de 795 m (460 + 335 m) figura 4, *c*.

3. Ventilatorul nr. 2 se amplasează pe coloană, la distanţa de 250 m de V_3, cînd lucrarea în săpare are lungimea de 795 m (fig. 4, *d*).

Cele trei ventilatoare (V_4, V_3 şi V_2) asigură transportul debitului de aer necesar în front pînă cînd lucrarea minieră ajunge la lungimea de 1045 m (460 + 335 + 250 m).

4. Cînd se ajunge la această lungime (1 045 m) se montează pe coloană ventilatorul nr. 1 la o distanţă de 335 m de V_2.

Cele patru ventilatoare servesc la aerisirea lucrării pe întreaga lungime (1 250 m).

Se face menţiunea că montarea ventilatoarelor în coloana de tuburi se poate face cu uşurinţă prin înlocuirea unui singur tub, la locul stabilit, dacă ventilatorul este prevăzut cu reducţii (prelungitoare).

În acest scop, lungimea reducţiilor (prelungitoare) plus lungimea ventilatorului trebuie să fie identică cu lungimea unui tub.

De asemenea se precizează că nu este obligatoriu să se monteze acelaşi tip de ventilatoare.

În cazul în care se dispune de ventilatoare diferite, stabilirea distanţelor se face în acelaşi mod, utilizîndu-se curbele caracteristice şi valorile debitelor de aer (Q_v) proprii acestor ventilatoare.

În consecinţă, metoda grafică de dimensionare a instalaţiilor de aeraj parţial descrisă anterior, oferă posibilitatea atît a cunoaşterii rapide a lungimilor aferente ventilatoarelor, cît şi a modalităţii de amplasare a acestora pe coloană, pentru întreaga perioadă de execuţie a lucrării miniere.

De asemenea, metoda descrisă, permite obţinerea de informaţii, referitoare la diametrele necesare ale tuburilor de aeraj, domeniul parametrilor realizabili cu ventilatoarele existente, precum şi efectuarea unei delimitări între ceea ce înseamnă raţional şi iraţional în concepţia şi realizarea unei instalaţii de aeraj parţial.

În prezent, în cadrul C.C.S.M. Petroşani, se execută diagramele aferente tuturor ventilatoarelor de aeraj parţial fabricate în ţara noastră, conform metodei mai sus menţionate, diagrame care vor fi puse la dispoziţia personalului din unităţile de proiectare şi exploatare prin instrucţiunile anexă la N.D.P.M.

RECENZII

Morozov I. F. şi *Tarasenko, V.K.* **Reducerea emanaţiilor de gaze în minele de cărbuni**, 151 pagini, 32 tabele, 66 figuri şi 51 referinţe bibliografice, Ed. tehnică, Bucureşti, 1974.

Rezolvarea problemelor cu privire la creşterea producţiei de cărbune este strîns legată nu numai de introducerea şi asimilarea unei tehnici miniere moderne sau de perfecţionarea metodelor de exploatare, ci şi de perfecţionarea metodelor de reducere a emanaţiilor de gaze în lucrările miniere.

În minele de cărbuni se aplică diferite metode de reducere a emanaţiilor de gaze : degajarea stratelor de cărbune ; evacuarea izolată a amestecului de metan-aer din spaţiile exploatate ; degajarea stratului de cărbune, aflat în exploatare, cu ajutorul găurilor de sondă de drenare, forate în afara zonei lucrărilor miniere din abatajele frontale.

În ultima vreme, în minele de cărbuni se utilizează, pe o scară destul de largă, injectarea apei în masivul de cărbune în scopul combaterii emanaţiilor de gaze şi reducerii prafului care se formează în timpul efectuării operaţiilor de extragere a zăcămîntului.

Pe linia acestor preocupări, Editura tehnică s-a îngrijit de apariţia traducerii din limba rusă a lucrării lui Morozov şi Tarasenko traducere efectuată de ing. V. Halvagiu.

Cu un pronunţat caracter practic, lucrarea prezintă în cele 7 capitole, rezultatele cercetărilor efectuate în minele de cărbuni, cu privire la reducerea emanaţiilor de gaze.

Cap. I. Proprietăţile colectoare ale cărbunilor.

Cap. II. Metodele de reducere a emanaţiilor de gaze în minele de cărbuni şi eficienţa lor.

Cap. III. Structura unor fenomene legate de proprietăţile apei.

Cap. IV. Umectarea microcapilară a stratelor de cărbune — metodă de reducere a emanaţiilor de gaze.

Cap. V. Tehnologia de execuţie a lucrărilor cu privire la umectarea microcapilară a stratelor de cărbune.

Cap. VI. Parametrii umezirii microcapilare a stratelor de cărbune.

Cap. VII. Eficienţa economică a umectării prealabile a cărbunelui.

Din cuprinsul lucrării rezultă atenţia pe care o acordă autorii injectării apei în stratele de cărbune, fiind o metodă eficientă în reducerea emanaţiilor de gaze. De asemenea, se prezintă unele probleme din teoria injectării apei în masivul de cărbune, procesele ce au loc în interiorul stratului, precum şi influenţa ulterioară asupra cărbunilor.

Sînt date calculele referitoare la parametrii microcapilari de umectare a stratelor de cărbune şi sînt descrise schemele tehnologice de injectare a apei, precum şi rezultatele practice obţinute.

Lucrarea se adresează tuturor tehnicienilor şi inginerilor care lucrează în cercetarea, proiectarea şi exploatarea zăcămintelor de cărbune.

E.V.

ŞTIRI

UN NOU DISPOZITIV DE DEBLOCARE A MATERIALULUI DIN SILOZURI

Mijloacele folosite pentru deblocarea materialului din silozuri cum sînt : vibratoarele, agitatoarele mecanice, căptuşirea pereţilor silozului cu plăci din materiale sintetice etc., au fost completate cu un nou dispozitiv, aplicat în S.U.A., puşca cu aer comprimat de tip Big-Blaster.

Dispozitivul este alcătuit dintr-un rezervor cu capacitatea de 12,50 sau 150 l, cu aer comprimat la presiunea de 6 — 10 bari, conducta de umplere a rezervorului şi tubul de refulare a aerului comprimat în interiorul silozului, cu diametrul 100 mm (fig. 1). Intervalul de timp în care se descarcă aerul comprimat este de ordinul milisecundelor.

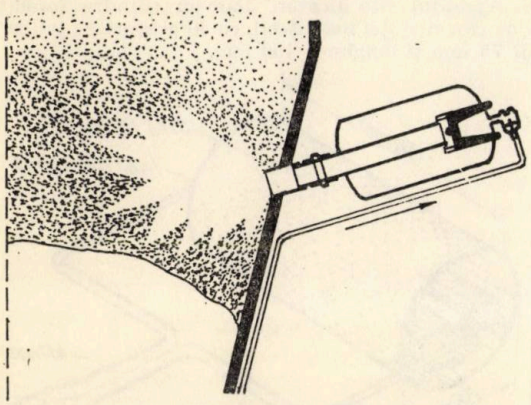


Fig. 1. Puşca cu aer comprimat tip Big Blaster.

După modul cum se produce blocarea materialului în formă de pîlnie, punte, coş sau boltă, montarea dispozitivelor este diferită aşa cum rezultă din figura 2, astfel ca aerul comprimat să ajungă în zonele critice ale silozului.

Energia eliberată brusc prin şocul de aer anulează pentru un moment forţele de adeziune dintre peretele silozului şi material, precum şi forţele de coeziune din interiorul materialului ; în felul acesta se micşorează frecarea de aderenţă a materialului din siloz, încît acesta se poate deplasa datorită gravitaţiei, intervenind numai frecarea de alunecare, care este mai mică.

Există posibilitatea ca aerul comprimat să se răspîndească numai pe anumite canale existente în material sau care se formează în zone de mai mică rezistenţă şi atunci efectul este diminuat. În acest caz este necesară o creştere a volumului de aer utilizat. Folosirea dispozitivului cu aer comprimat nu are ca efect deteriorarea pereţilor silozului, dacă capătul tubului de introducere a aerului în siloz este de formă corespunzătoare. Dacă reţeaua de aer comprimat este bine dimensionată se pot realiza 12 împuşcături pe minut.

În cazul cînd pe anumite porţiuni pereţii silozului nu sînt accesibili din exterior, pentru montarea dispozitivului aşa cum s-a indicat în figura 1, atunci puşca cu aer comprimat se

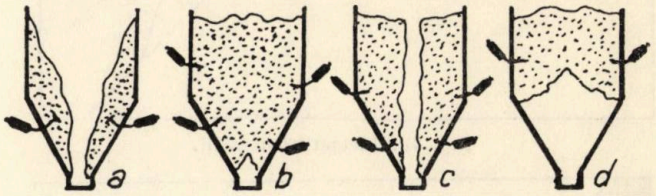


Fig. 2. Diferite scheme de montare a dispozitivelor cu aer comprimat după modul de blocare a materialului în siloz :

a — în formă de pîlnie ; *b* — în formă de punte ; *c* — în formă de coş ; *d* — în formă de boltă.

montează la baza silozului, conducta de refulare a aerului comprimat este introdusă prin peretele de la baza silozului şi este apoi prelungită în interiorul silozului pînă la locul unde este necesară introducerea aerului comprimat.

La silozurile unde blocările se produc rar se poate prevedea în pereţii respectivi numai porţiunea de tub care traversează peretele avînd la capătul exterior fitingăria necesară pentru cuplarea aparatului cu aer comprimat atunci cînd este necesară deblocarea materialului din siloz. În felul acesta un singur aparat poate fi folosit în mai multe locuri. În S.U.A. există pînă în prezent 1 500 dispozitive Big Blaster, montate la silozurile cu cărbuni, ciment, nisip, minereuri şi substanţe agroalimentare.

Aufbereitungs-Technik, nov. 1974, p 630

EXPLOATAREA UNUI STRAT DE CĂRBUNE MENAJÎND SUPRAFAŢA

Pentru exploatarea stratelor subţiri de cărbune, izolate şi cu o acoperire care ar face costisitoare exploatarea integrală a stratului prin descopertare, se aplică în ultimul timp, în S.U.A., o metodă combinată de exploatare, la zi şi forarea de găuri cu diametru mare. În zonele unde marginea terenului este în pantă se face descopertarea pe porţiunea înclinată a suprafeţei după cum se arată în figura 1 (*a*, *b*) şi se excavează apoi cărbunele. Pe măsură ce frontul carierei avansează se extrage cărbunele rămas sub masivul de rocă, care nu a fost deranjat, prin forarea din carieră a găurilor cu diametru mare. Acestea sînt forate în direcţie perpendiculară pe direcţia de avansare a carierei (fig. 2). Sterilul care rezultă din descopertare este adus cu camioanele în zona exploatată, umplutura făcîndu-se astfel încît rocile care pot produce acizi, cum ar fi şisturile cărbunoase, să fie depozitate la baza haldei (lîngă peretele masivului de rocă care rămîne intact), pentru

a putea fi acoperite cu depuneri ce pot întreține vegetația. În modul acesta la o distanță relativ redusă de frontul de lucru al carierei se creează o haldă (fig. 1*b* și 2) al cărei taluz se fertilizează, încît în scurt timp acesta este acoperit de vegetație.

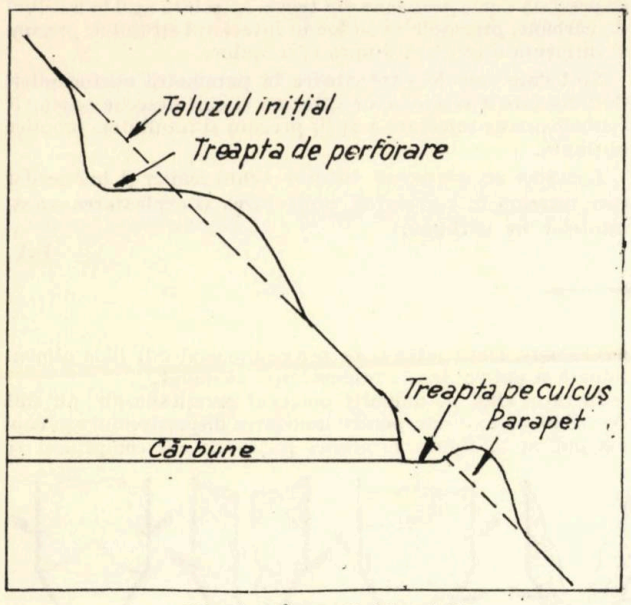


Fig. 1*a*. Începutul lucrării.

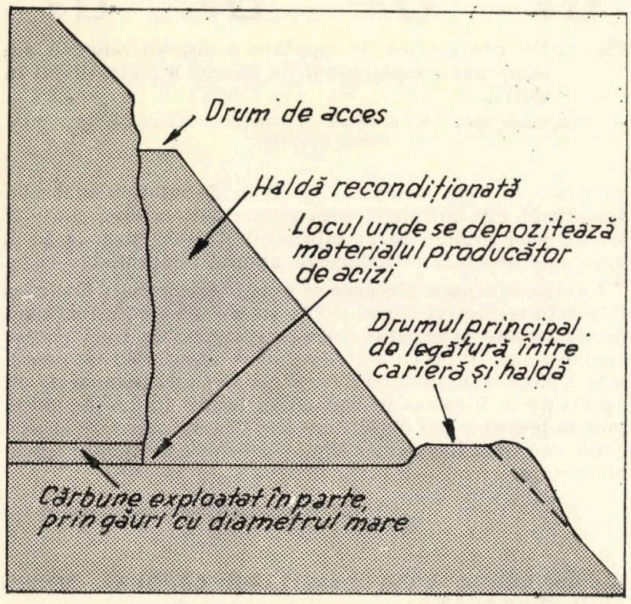


Fig. 1*b*. Refacerea terenului.

În figura 1 *a* se arată începutul lucrării. Se creează o treaptă de unde se perforează găurile pentru descopertare și altă treaptă pe culcușul stratului de cărbune pentru încărcarea unei părți din materialul de la descopertare, precum și pentru excavarea și evacuarea cărbunelui care se exploatează la zi. Pe porțiunea de teren dintre haldă și carieră se exploatează o parte din cărbunele rămas sub masivul de rocă, prin forarea de găuri cu diametru mare și cu lungime corespunzătoare, folosind o instalație de tip Auger (fig. 1 *b* și 2). Halda avansează la o distanță destul de apropiată de frontul carierei avînd la sfîrșit profilul indicat în fig. 1 *b*.

Procedeul poartă denumirea de „exploatare prin transport în spate" (Haulback mining), datorită faptului că terenul se reface imediat în spatele carierei, prin depunerea sterilului rezultat din descopertare și refertilizarea taluzului, problemă căreia, în prezent i se dă o atenție deosebită în S.U.A.

Pentru aplicarea metodei s-au construit camioane basculante Euclid de 50 t. Sînt mai multe exploatări de acest gen, fiecare unitate producînd 1 000 — 1 200 t/zi. În carieră se lucrează cu instalații de forare, mașini de încărcat, camioane, și buldozere, de diferite dimensiuni.

În ce privește rentabilitatea metodei, aceasta depinde de coeficientul de descopertă, natura rocilor care constituie coperta și calitatea cărbunelui.

Coal Age, noiembrie 1974, p. 60

UN NOU APARAT PENTRU LUAREA PROBELOR DE PRAF DE CĂRBUNE

Praful fin de cărbune care poate fi antrenat de aer, prezentînd astfel pericol în cazul unei explozii, se depune într-un strat foarte fin (aproximativ 0,3 mm) pe vatra căilor de aeraj. Pînă acum nu a existat un aparat care să servească pentru luarea probelor din acest praf, în vederea determinării gradului de pericol pe care îl prezintă.

Energy Research Center din Morgantown, care depinde de Bureau of Mines (S.U.A), a construit un aparat foarte simplu pentru luarea probelor din praful fin de cărbune depus. Aparatul este alcătuit dintr-un cilindru format din pînză de ciur din oțel inoxidabil, cu 40 ochiuri pe țol, cu diametrul 75 mm și lungimea 150 mm.

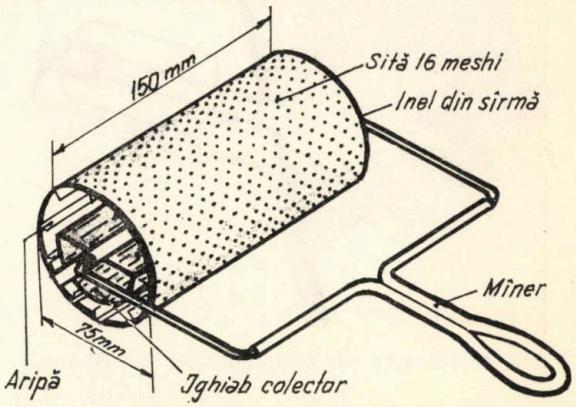


Fig. 1. Schița dispozitivului manual de luat probe de praf de cărbune.

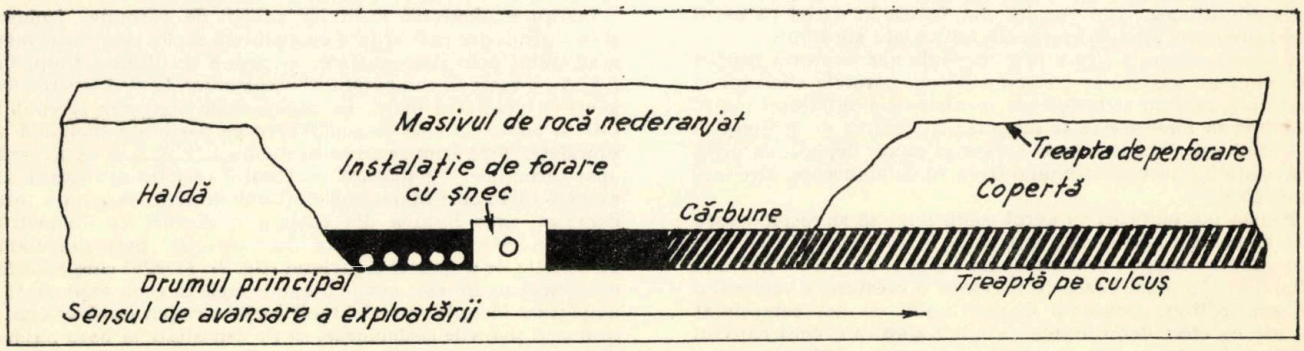


Fig. 2. Secțiune prin carieră și haldă.

În interiorul cilindrului sînt montate 17 aripi dispuse la intervale egale, aripile avînd aceeași lungime ca a cilindrului și lățimea de 6 mm. Tot în interior se montează un jgheab colector suspendat de axul central al cilindrului. Aparatul mai este prevăzut cu un mîner pentru conducerea lui pe suprafața de pe care se ia proba. Dimensiunile aparatului pot fi adaptate la specificul suprafețelor pe care se depune praful.

Aparatul se împinge sau se trage pe suprafața respectivă, iar greutatea cilindrului obligă praful să intre prin ochiurile ciurului, cade pe aripi și după ce se adună o cantitate mai mare pe aceste aripi, praful cade în jgheabul colector.

După oarecare experiență se ajunge ca să se recolteze probe reprezentative din praful fin de cărbune care ar putea fi antrenat de aer în cazul unei explozii.

Coal Age, octombrie 1974, p. 147

NOI COMBINE PENTRU SĂPAREA GALERIILOR

Firma engleză Anderson Mavor Limited a construit două combine pentru săparea galeriilor: RH 1/3 și „Boom Miner", cu atac punctual, după principiul combinelor sovietice de tip PK. Aceste combine pot fi folosite atît în cărbune cît și în steril. Combina RH 1/3 (fig. 1), construită pentru condiții grele de lucru cu o putere totală de 180 kW, poate tăia în rocă

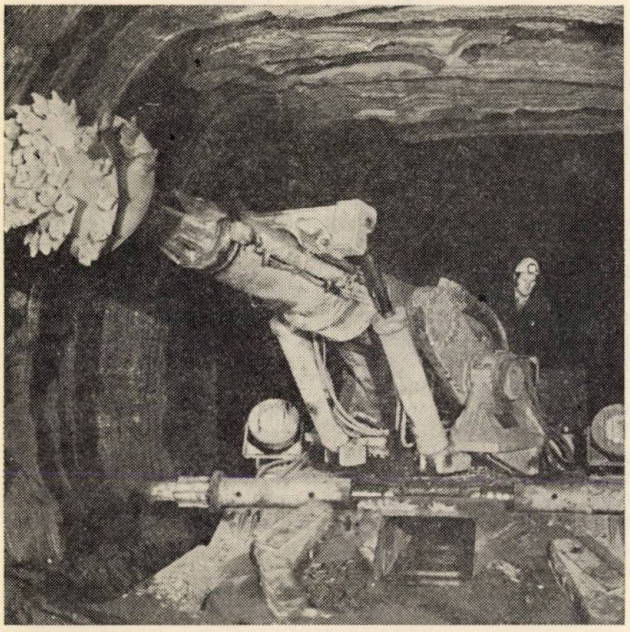


Fig. 1. Combina RH 1/3.

neomogenă cu rezistența la compresiune pînă la 850 daN/cm². Mașina este montată pe șenile și exercită o presiune pe vatră de numai 1,05 daN/cm². Combina lucrează cu un braț telescopic, capul de tăiere fiind acționat cu un motor electric de 90 kW. Dimensiunile mașinii sînt: 7,925 m în lungime, 2,743 m în lățime și 2,235 m în înălțime, greutatea totală fiind 32,5 t. În înălțime mașina poate tăia pînă la 5,5 m, în lățime 6,096 m, iar sub vatră, 0,381 m. Încărcarea se efectuează cu ajutorul a două brațe colectoare, care fac 30 curse/min; acestea conduc materialul pînă la transportorul mașinii care se deplasează cu o viteză de 0,914 m/s. Instalația hidraulică are un motor de 90 kW și servește pentru diferitele manevre ale brațului telescopic, pentru acționarea brațelor colectoare, a transportorului și a șenilelor.

Combina „Boom Miner" (fig. 2) este o mașină construită pentru galerii cu profil mic, puterea totală fiind de 119 kW. Combina se deplasează pe șenile, este prevăzută cu un cap de tăiere cu Ø = 1067 mm pe care dinții sînt montați în spirală; încărcarea materialului se face cu ajutorul unor raclete care se deplasează cu viteza de 1,2 m/s și conduc materialul pînă la transportor. Greutatea mașinii este 18,3 t, iar presiunea pe vatră 1,3 daN/cm². Dimensiunile minime ale galeriei, pentru a face posibilă trecerea mașinii sînt: 2,286 m înălțime și 1,676 mm și în înălțime, în cazul susținerii trapezoidale sau cu arce metalice.

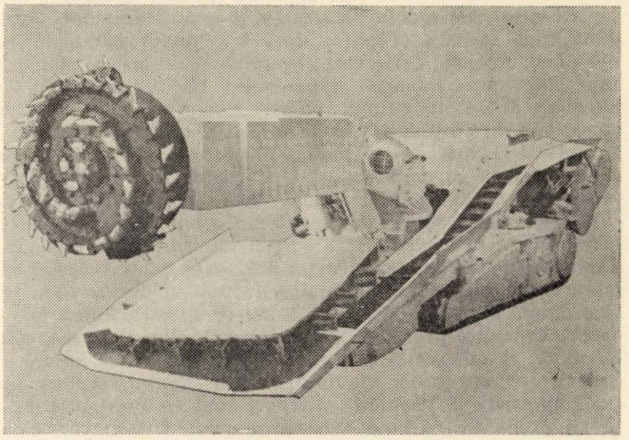


Fig. 2. Combina „Boom Miner".

Făgașul realizat de capul de tăiere este 381 mm, iar adîncimea de tăiere sub vatră 76,2 mm. Acționarea se face cu două motoare de 60 kW; un motor servește pentru capul de tăiere, iar celălalt motor pentru sistemul hidraulic care acționează celelalte elemente ale mașinii.

Prospectele firmei Anderson Mavor Ltd B 203 și B 218

REZERVELE DE MINEREURI DE FIER DIN MEXIC

În Mexic apar importante zăcăminte de minereuri de fier în numeroase locuri, cele mai cunoscute totalizînd circa 35 zăcăminte individuale sau grupuri de corpuri mineralizate ale căror rezerve sînt estimate de la 1 mil. tone la 130 mil. tone. Rezervele totale, inclusiv cele posibile pentru zăcămintele cunoscute, depășesc nivelul de 600 mil. t, cu un conținut mediu de 57 % Fe. Din păcate multe zăcăminte sînt în regiuni izolate. Majoritatea zăcămintelor principale cunoscute în Mexic sînt zăcăminte masive de tipul Kiruna și Magnitnaia. Ele constau din hematită, magnetită, goethit și cantități minore de pirită și calcopirită. Acestea apar sub forma de mase neregulate, în roci magmatice și sedimentare constituite în dykeuri care sînt înlocuite cu formațiuni calcaroase. Zăcămintele de fier sînt relativ rezistente la eroziune și afloreză pe vîrfurile și flancurile dealurilor, magnetita fiind mai abundentă în adîncime, în timp ce hematita apare spre suprafață. Cele mai mari zăcăminte sînt amplasate în regiunile Colima și Baja California. În Colima zăcămintele Pena Colorado și El Mamey, cele mai mari din Mexic sînt corpuri masive de hematită-magnetită cantonate în diorite intrusive și calcare de vîrstă cretacică. Rezervele probate au un conținut mediu de 56 % Fe și sînt evaluate la 131 mil. tone. În regiunea Baja California se găsesc corpuri filoniene de magnetită cantonate în roci granitice și monzonitice de vîrstă jurasică și cretacică la contactul cu roci metamorfice. Cel mai mare zăcămînt numit Santa Ursula lîngă Ensenada are o lungime de 850 m și o lățime de 175 m. Alte rezerve mai importante există în regiunile Chihuahua (zăcămîntul La Perla cu 59 mil. t și 60 % Fe), Durango (zăcămîntul Cerro de Mercado cu 70 mil. tone și 62 % Fe), Michoacan (districtul Las Truchas cu rezerve de hematită și magnetită totalizînd 74 mil. tone) și Oaxaca cu patru zăcăminte de magnetită avînd 31 mil. t cu 65 % Fe. Zăcăminte cu rezerve variind între 1 — 15 mil. tone mai sînt răspîndite în alte 7 provincii.

Engineering and Mining Journal, nov. 1974, p. 98

ALUMINIU DIN MINERALE NEBAUXITICE

Companiile Pechiney Ugine Kuhlmann şi Alcan Aluminium, prin firmele lor subsidiare din Franţa, au încheiat un contract de colaborare pentru elaborarea unui procedeu bazat pe acizii sulfuric şi clorhidric, pentru extracţia aluminei din materiale prime nebauxitice cum sînt argilele. Ambele companii vor contribui în mod egal la construcţia şi exploatarea unei staţii pilot lîngă Marsilia (Franţa), care a şi fost programată de Pechiney. Această staţie va putea produce 20 t/zi de alumină superioară prin folosirea procedeului H-Plus elaborat de Pechiney de mai mult timp. Investiţiile necesare şi cheltuielile de exploatare a instalaţiilor sînt de ordinul a 25 mil. dol. SUA. Procedeul H-Plus, care a fost deja încercat cu succes într-o instalaţie cu o capacitate de 1 t/zi, existentă în cadrul laboratoarelor de cercetări Pechiney de la Gardanne (Franţa) se afirmă a fi una din variantele cele mai promiţătoare existente în studiu pentru extracţia aluminei din substanţe minerale altele decît bauxita. Construcţia noii staţii pilot urmează să înceapă în primele luni ale anului 1975 şi să dureze circa 18 luni. După aceea vor urma 2—3 ani de încercări cînd toate aspectele noului procedeu vor fi lămurite. În 1979 sau mai devreme, ambele companii vor avea destule date pentru a evalua cu exactitate viabilitatea procedeului H-Plus pe scară industrială. Pechiney şi Alcan cred că acest procedeu se va putea foarte bine măsura cu procedeul Bayer, care foloseşte curent bauxita. Noul procedeu ar putea permite folosirea de resurse naturale larg răspîndite în multe părţi ale lumii, inclusiv America de Nord şi Europa, şi ar produce în general o alumină superioară celei obţinute prin procedeul Bayer.

Mining Journal, 20 dec. 1974, p. 523

CONSIDERAŢII ASUPRA VIITORULUI ENERGETIC AL CANADEI ÎN CEL DE-AL XXI-LEA SECOL

Cu ocazia celui de-al 10-lea Congres de mine şi metalurgie al commonwealth-ului ţinut în sept. 1974 în oraşul Edmonton a fost schiţată o imagine interesantă a situaţiei energetice a Canadei pentru începutul următorului secol. Consideraţiile se bazează pe folosirea următoarelor surse interne de energie:

— în Columbia britanică — cărbunele alb, gazele naturale şi energia geotermică;

— în prerii — cărbunele ca sursă directă şi ca o sursă de gaze împreună cu petrolul din zăcămintele din Athabasca;

— în Ontario şi Quebec — energia nucleară, cărbunele alb, petrolul din Athabasca, petrolul şi gazele din regiunile de frontieră, gazele din prerie, produse de gazeificare din uzine şi primul petrol sintetic adevărat;

— în regiunile Atlanticului — petrol şi gaze din platforma continentală, completat cu energia nucleară şi aceea produsă de centralele hidroelectrice de la Newfoundland şi din Labrador;

— în centrul Canadei — energia solară ca o sursă de energie suplimentară din ce în ce mai importantă pentru încălzirea atmosferei şi a apei, surse de energie biomass în unele locuri şi hidrogenul ca mijloc de înmagazinare a energiilor suplimentare de vîrf.

De asemenea se apropie timpul unor încercări industriale, undeva în lume, pentru obţinerea energiei rezultată din fuziunea hidrogenului. Dacă această perspectivă devine o realitate, vor trebui dezvoltate capacităţi tehnologice legate de: energia geotermică, gazeificarea cărbunelui canadian, punerea în valoare a rezervelor din Athabasca sub adîncimea de 45 m, generarea hidrogenului pe scara largă, folosirea energiei solare pentru încălzirea aerului şi apei, realizarea de combustibili sintetici bazaţi pe legături de carbon-hidrogen, valorificarea cantităţilor necesare de petrol şi gaze din regiunile de frontieră ale Canadei, dezvoltarea programului nuclear. În toate aceste acţiuni atît costurile de producţie cît şi cele pentru conservarea mediului înconjurător trebuie să fie acceptabile, iar energia trebuie folosită eficient paralel cu eliminarea în mare parte a deşeurilor.

CIM Bulletin, dec. 1974, p. 13

CAMIONUL TEREX TITAN CU O CAPACITATE DE 350 TONE

Secţia TEREX a firmei americane General Motors a expus la convenţia congresului minier american din Las Vegas cel mai mare camion autobasculant pentru transport de minereuri cunoscut pînă în prezent. Prezentat sub denumirea TEREX TITAN, noul camion acţionat diesel-electric are o capacitate de încărcare de 350 t şi o greutate totală (încărcat) de circa 500 t. Camionul are o lungime de 20 m şi o lăţime de 7,6 m. Cînd bena camionului este basculată pentru golire înălţimea marginii canopiei care protejează cabina şoferului este de 17 m. Pentru transportarea acestui gigant pe calea ferată au fost folosite 8 vagoane. Vehiculul este dotat cu un motor diesel folosit de căile ferate, ca o putere de 3 300 CP. Acesta acţionează un generator electric, care la rîndul său pune în mişcare 4 electromotoare de tracţiune montate la roţile din spate. Pe lîngă forma şi capacitatea mare de transport, camionul se caracterizează printr-o comandă automată a complexului din spate şi rulează pe 10 pneuri fabricate la scară industrială care au un diametru de 3,3 m şi cîntăreşte fiecare 3,5 t. Modelul de camion fabricat anterior TEREX 33—15 are o capacitate de 150 t, urmat, în ordine descrescătoare, de capacităţi de 80 pînă la 17 t.

CIM Bulletin, dec. 1974, p. 125

PLATFORME CU PERNĂ DE AER PENTRU DEPLASAREA UTILAJELOR GRELE

Sistemul de transport Aero-Go Air Film Planks (platforme deplasabile pe o pernă subţire de aer) permite deplasarea de sarcini grele prin „plutire" pe o pernă subţire de aer comprimat, cu un grad mare de flexibilitate şi cheltuieli mici. Platformele sînt prevăzute cu injectoare de aer comprimat care sînt de diferite dimensiuni. În vederea deplasării sarcinii, una sau mai multe platforme legate în serie, se plasează sub sarcina respectivă (ex. un utilaj, care trebuie deplasat într-o hală), ansamblul devenind un sistem de transport care se poate uşor împinge în orice direcţie. Un sistem de comandă automat reglează presiunea în fiecare injector proporţional cu forţa din sarcina respectivă pe care o preia. Pentru alimentarea cu aer comprimat se poate folosi instalaţii de compresoare normale. Se dă ca exemplu deplasarea unei încărcături în greutate de circa 13,5 t care a putut fi uşor mutată dintr-un loc în altul de către doi oameni prin uşoară împingere, folosind patru platforme cu 2,2 m^3/min aer comprimat la presiunea de 0,8 at. În acest fel la deplasarea utilajelor nu mai este strict necesară existenţa unor macarale şi într-o hală în care se fac reparaţii sau se fabrică utilaje acestea pot fi uşor deplasate simultan cu mai multe platforme tip Aero-Planks.

CIM Bulletin, decembrie 1974, p. 110

EXTRACŢIA METALELOR CU BACTERII

Halde mari de minereu, considerate în prezent nerentabile pentru a fi preparate cu metodele clasice, sînt tratate cu o soluţie de anumiţi nutrienţi şi acid sulfuric foarte diluat. În timp ce această soluţie de iniţiere percolează materialul, bacteria Thiobacillus oxidează sulfurile de nichel şi eliberează nichelul. Metalul este extras ulterior prin electroliză din soluţia percolată şi acidul este recuperat în vederea refolosirii lui. Avantajele acestei metode de leşiere în haldă sînt reprezentate de costurile scăzute şi faptul că atmosfera nu este poluată prin SO_2, dar procedeul este foarte încet. Leşierea biologică se consideră a avea un potenţial ridicat pentru extracţia unor metale cum sînt cuprul, zincul, nichelul şi uraniul din minereuri sărace care nu pot fi tratate prin metodele clasice.

Compania australiană Territory Enterprises Ltd a folosit temporar metoda de recuperare a cuprului din minereurile sulfuroase. Cercetări recente efectuate la departamentul de biotehnologie de la universitatea din New South Wales de

către un grup condus de prof. B J. Ralph au arătat că o gamă largă de minereuri sărace sînt susceptibile pentru leşiere biologică. Această echipă de cercetători caută acum microorganisme mai eficiente, precum şi explicaţia mecanismelor de bază ce au loc în acest proces.

O curiozitate a bacteriei Thiobacillus descoperită în cursul cercetărilor este aceea că ea poate modifica mai bine structura minereului în condiţii de alcalinitate. De asemenea, a fost izolat un organism capabil să leşieze silicaţi de zinc.

Astfel de descoperiri deschid noi orizonturi pentru aplicaţii practice de leşiere bacteriologică. Noile cunoştinţe asupra reacţiilor de bază ar face posibilă elaborarea de metode de extracţie a metalelor din materiale care în prezent sînt privite ca sterile nefolositoare, ceea ce ar conduce la reconsiderarea actualelor estimări ale rezervelor mondiale de minereuri metalifere exploatabile.

Australian Mining, oct. 1974, p. 6

RESURSELE DE MINEREURI DE FIER DIN CONTINENTUL NORD-AMERICAN

Pe continentul nord-american volumul rezervelor de minereuri de fier s-a estimat la 782,5 mrd. tl (tl = tone lungi), cifră care reprezintă aproximativ o treime din rezervele totale de minereuri de fier de pe glob. Canada, care este pe locul al doilea în ce priveşte producţia anuală faţă de S.U.A., deţine locul întîi în ceea ce priveşte rezervele. Astfel Canada dispune de rezerve estimate la 120 mrd.tl cu mult peste cele de care dispune S.U.A. (inclusiv Porto Rico şi Alaska) care are peste 101 mrd. tl şi Mexic cu 600 mil. tl. Din punctul de vedere al producţiei realizate în anul 1973, S.U.A. a produs peste 90 mil. tl, Canada peste 48 mil. tl, iar Mexicul circa 3 mil. tl.

Rezervele de minereuri de fier din Canada totalizează 120 mrd. tl, din care 34 mrd. tl sînt rezerve sigure, iar restul probabile. Geosinclinalul din Labrador cantonează cele mai multe rezerve, circa 53 mrd. tl, din care circa 21 mrd. tl sînt clasificate ca rezerve sigure.

Formaţiunea de fier Cherty sub forma de benzi din roci sedimentare şi vulcanice precambriene reprezintă resursele principale de fier din Canada. Resurse importante de minereuri cu conţinut mediu şi ridicat de fier care apar în formă de corpuri sau strate mineralizate sînt în prezent exploatate în Labrador şi Steep Rock Lake. Importante cantităţi de minereu sînt produse din zăcăminte metasomatice de contact în partea centrală şi de vest a Canadei. În regiunea Western Plains calitatea minereurilor este slabă, iar rezervele din regiunea Anzilor Cordilieri sînt mici.

În S.U.A. rezervele de minereu de fier identificate se ridică la circa 9 mrd. tl, cu un total de resurse de minereu de fier, inclusiv rezervele identificate, estimat la peste 100 mrd. tl. Regiunea Lacul Superior (Minnesota, Michigan şi Wisconsiu) posedă una dintre resursele majore de minereuri de fier care conţine cele mai mari rezerve cunoscute din S.U.A. Rezervele Lacului Superior sînt reprezentate de minereuri sărace sau taconite care necesită îmbogăţire şi aglomerare. Exploatările la zi de taconite de pe rîul Mesabi au produs cea mai mare parte din producţia de minereu de fier a S.U.A.

În Mexic, evaluări curente ale resurselor totale, care includ minereuri posibile şi probabile ale zăcămintelor cunoscute, depăşesc 600 mil. tl. Deşi resursele de minereuri de fier ale Mexicului reprezintă un volum moderat, ele sînt considerate mari în comparaţie cu consumul anual intern. Marea majoritate a rezervelor este formată din magnetită. Totuşi în partea de nord a Mexicului, unde sînt concentrate mai mult de 40% din rezerve şi se realizează cea mai mare producţie, minereul este în bună parte transformat prin oxidare în hematită cu un conţinut de 58 — 60 % Fe. În sud, unde se găsesc 60 % din rezerve probate, minereul este de obicei sub forma de magnetită, cu mici cantităţi de hematită produsă prin oxidare la suprafaţă. Cele două zăcăminte principale din sud, Pena Colorado şi Las Truchas, vor satisface în viitor cele mai multe necesităţi de minereuri de fier din Mexic.

Engineering and Mining Journal, nov. 1974, p. 86

PRODUCŢIA DE ŢIŢEI DIN AUSTRALIA

În cursul anului fiscal 1973/74 producţia de ţiţei din Australia a fost de 145 685 000 barili (399 137 barili/zi), o creştere de 12,1 % faţă de perioada 1972/73 (precedentă). Producţia din Bass Strait de 130 667 000 barili (357 992 barili/zi) a fost cu 14,3 % mai mare decît în perioada precedentă şi reprezintă 89,7 % din producţia totală de ţiţei a Australiei. Producţiile din cîmpurile Barrow Island şi Moonie a scăzut în ultimul an. Producţia din Queensland a coborît cu 18,3 % la 601 000 barili (1 647 barili/zi), în timp ce producţia din Australia de vest s-a redus cu 3,4 % la 14 417,000 barili (39 499 barili/zi). Aceste două regiuni produc respectiv 0,4 % şi 9,9 % din producţia totală a Australiei. În anul fiscal 1973/74 în Australia s-au consumat (atît pentru nevoile casnice cît şi în industrie) 155 486 mil. picioare cubice de gaze naturale, cu 18,6 % mai mult decît în 1972/73.

Australian Mining, oct. 1974, p. 5

DESCOPERIREA UNUI ZĂCĂMÎNT DE PETROL ŞI GAZE ÎN VALEA PADULUI DIN ITALIA

Specialiştii concernului italian ENI pentru valorificarea hidrocarburilor, după mai mulţi ani de activitate intensă de explorare au descoperit cel mai mare zăcămînt de petrol şi gaze din peninsula Apeninilor. El se găseşte la o adîncime de 5 000 m pe teritoriul comunelor Casirate d'Adda şi Arzago (provincia Bergamo) în faţa porţilor capitalei lombarde şi s-a evaluat la 50 mil. m^3 gaze naturale şi 40 mil. t ţiţei. Pentru a ne da seama de importanţa descoperirii trebuie să avem în vedere că Italia consumă anual 20 mil. m^3 gaze şi 100 mil. t. ţiţei. După cum se relatează, grupul ENI intenţionează să investească 20 mrd. lire italiene pentru exploatarea zăcămîntului.

Berg-und Hüttenmännische Monatshefte, dec. 1974, p. 525

DESCOPERIREA UNUI IMPORTANT ZĂCĂMÎNT DE GAZE ÎN GOLFUL MEXIC

Un zăcămînt de gaze ale cărui rezerve sînt evaluate la 5 mrd m^3 a fost descoperit în golful Mexic, în largul statului Louisiana, de către compania Consolidated-Natural Gas, precizîndu-se că noul zăcămînt reprezintă cea mai mare descoperire din ultimii 4 ani. Zăcămîntul conţine de asemenea circa 3 mil. tone petrol. Cercetările care continuă în regiune vor permite se pare ca volumul acestor rezerve să crească. Producţia va începe probabil la sfîrşitul anului viitor.

Gaz d'aujourd'hui, octombrie 1974, p. 445

CONDUCTA DE GAZE DIN SIBERIA CENTRALĂ

O nouă conductă de gaze cu o lungime de peste 3 000 km, plecînd de la Medvejie în nordul regiunii Tiumen (Siberia occidentală) asigură transportul combustibilului către partea centrală europeană a Uniunii Sovietice. Zăcămîntul de gaze naturale de la Medvejie este unul dintre cele mai mari din U.R.S.S. şi începînd din anul 1974 această conductă cu diametre de 1 420 şi 1 220 mm furnizează Moscovei primii metri cubi de combustibil din Tiumen. De asemenea, este remarcabil ritmul accelerat cu care se construieşte „superconducta de gaze" Siberia centrală, una dintre cele mai importante lucrări ale industriei de gaze şi care va fi dată în funcţiune în curînd. Noua conductă de gaz va furniza 45 mil. m^3 de „combustibil albastru" pe zi. Odată terminată, această superconductă va livra o energie echivalentă cu aceea a unei centrale electrice de 7 mil. kW, mai mult decît hidrocentrala Krasnoiarsk din Siberia de 6 mil. kW.

Gaz d'aujourd'hui, octombrie 1974, p. 443

APĂRĂTOARE DE URECHI ANTIFON ATAŞABILE LA CASCA DE PROTECŢIE

Firma Bilson International Inc. din S.U.A. a realizat dispozitive antifon care se pot ataşa la casca de protecţie şi asigură purtătorului confort şi o bună protecţie a urechilor contra zgomotelor. Dispozitivele au o greutate de numai 215 g şi sînt proiectate special pentru a fi ataşate căştilor de protecţie existente. Ataşarea se realizează foarte simplu prin practicarea a două găuri laterale în cască, în care se fixează două şuruburi din plastic de care se pot prinde braţele reglabile ale dispozitivelor antifon. Acestea sînt confecţionate dintr-un material plastic rezistent la încovoiere şi lovituri. Apărătoarele sînt prevăzute cu cîte o perniţă din burete de plastic acoperită cu un film dublu rezistent la uleiuri pentru menţinerea elasticităţii. Asamblate corect, apărătoarele au o rezistenţă electrică corespunzătoare unei tensiuni de peste 30 000 V.

The Oil and Gas Journal, 11 nov. 1974, p. 220

FLOTA DE TANCURI PETROLIERE A LUMII ÎN 1974

Flota mondială de tancuri petroliere cu un deplasament de cel puţin 10 000 tdw, care la începutul anului 1974 totaliza 215,6 mil. tdw, care la mijlocul anului 1974 a atins cifra de 234,2 mil. tdw. Din această valoare 62,2% era repartizată sub următoarele pavilioane (%): Liberia 27,7; Marea Britanie 12,7; Japonia 11,9 şi Norvegia 9,9. Din comenzile lansate pentru noi tancuri petroliere rezultă că numărul acestora creşte, în timp ce capacitatea lor de transport scade, motivele principale fiind creşterea preţului ţiţeiului şi planurile pentru redeschiderea canalului Suez. De asemenea unele comenzi de tancuri destinate transportului de ţiţei au fost reconsiderate în vederea trecerii la construcţia de tancuri pentru transport de gaze lichefiate.

Erdöl und Kohle, dec. 1974 şi Petroleum International, nov. 1974

CONSTRUIREA CONDUCTEI DE PETROL DIN ALASKA

După mai multe amînări, datorită obstrucţiei făcute de organele însărcinate cu protecţia mediului înconjurător, au început lucrările de pregătire pentru construcţia conductei de petrol din Alaska, în lungime de 1 300 km, cu un diametru de 48″ (1220 mm) între Prudhoe Bay din nordul peninsulei şi portul Valdez de pe coasta de sud, care este ferită de îngheţ. Volumul investiţiilor este de 5 ori mai mare decît evaluarea făcută cu 4 ani înainte, ajungînd astfel la 4,5 mrd. dolari. Această creştere a investiţiilor se datoreşte pe de o parte inflaţiei, dar mai ales măsurilor suplimentare care au trebuit să fie prevăzute pentru protecţia mediului înconjurător.

Săparea conductei se va executa de 8 societăţi dintre care Sohio, Atlantic Richfield şi Exxon vor avea cea mai mare parte a lucrărilor. Se apreciază că în regiunea Prudhoe Bay sînt 1,4 mrd. tone rezerve de petrol. Conducta trebuie să intre în funcţiune la sfîrşitul anului 1977, cu capacitatea iniţială de 30 mil. tone/an şi 100 mil. tone/an capacitate finală.

Datorită conjuncturii actuale a petrolului s-a prevăzut eventuala dublare a capacităţii conductei, investiţiile necesare fiind evaluate la 300 mil. dolari.

Erdöl und Kohle, decembrie 1974, p. 831

CĂPTUŞIREA CONDUCTELOR PETROLIERE CU MATERIALE PLASTICE

Căptuşirea conductelor petroliere de oţel cu materiale plastice îmbină avantajele pe care le prezintă conductele de oţel sudate, care au rezistenţă mare şi un preţ de cost relativ scăzut, cu cele ale materialelor plastice care protejează conductele contra coroziunii.

În R.F. Germania se aplică două procedee de căptuşire a acestor conducte:

— introducerea materialului plastic fluid în interiorul conductei de oţel, la locul unde acestea sînt montate;

— introducerea în conducta de oţel a unor tuburi, gata confecţionate, din material plastic, la dimensiunile necesare, fixarea acestora cu flanşe şi umplerea spaţiului rămas între cele două tuburi cu un lichid neutru.

La primul procedeu de căptuşire, care este mai complicat se folosesc răşini epoxytermodure, care prezintă avantajul că au o bună rezistenţă la chimicale şi la temperatură. Procedeul de introducere în conducte a tuburilor de material plastic este mai simplu însă în cadrul acestui procedeu se foloseşte polietilena dură, termoplastică, cu o rezistenţă limitată la chimicale şi temperatură.

Introducerea răşinilor fluide se efectuează după o prealabilă curăţire a pereţilor interiori ai conductei, de a cărei realizare, în condiţii cît mai perfecte, depinde succesul procedeului. Pentru aceasta se folosesc substanţe acide, de spălare şi de solubilizare a depunerilor de pe pereţi. Suprafaţa curăţată este tratată cu o soluţie de acid fosforic 3 %, după care trebuie să se efectueze uscarea pereţilor; cîteva picături de apă care rămîn pe pereţi pot compromite întreg procedeul. Căptuşirea conductei se face în mai multe straturi pînă la grosimea finală. Preţul de cost pentru conductele de 3″ şi 4″ variază între 20—25 DM/m; preţul creşte cu diametrul şi pentru conductele de 20″ ajunge pînă la 110 DM/m.

Avantajele acestui procedeu sînt următoarele: rezistenţă bună la acţiunea chimică, la temperatură şi presiuni ridicate, preţ convenabil şi securitate în funcţionare, pierderile prin frecare sînt reduse, procedeul poate fi aplicat de orice întreprindere şi mai ales pentru conducte lungi, cu diametru mare.

Inconvenientele procedeului constau în faptul că conductele puternic corodate au nevoie de reparaţii costisitoare pentru a fi pregătite, procedeul depinde de temperatura exterioară care trebuie să fie peste 10°C, nu este rentabil la o lungime a conductei sub 500 m, căptuşeala nu rezistă la acizii agresivi şi pentru o bună căptuşire este necesară o supraveghere atentă a operaţiei. În ce priveşte celălalt procedeu, de introducere a tuburilor din material plastic, gata confecţionate, este necesar ca în prealabil să se facă o curăţire sumară a conductei de oţel, prin îndepărtarea depunerilor. Importantă este însă calibrarea conductei cu un calibrator din Vulcolan, pentru a ajunge la cel puţin diametrul exterior al tuburilor din material plastic. Grosimea acestor tuburi variază între 2,8 şi 7,9 mm, după diametrul conductei.

Preţul de cost al căptuşirii unei conducte de 4″, îngropată cu lungimea de mai multe mii de metri şi cu grad mediu de dificultate este de 20 DM/m; în cazul cînd conducta este la suprafaţă preţul de cost se reduce. Avantajele acestui procedeu sînt următoarele: preţ convenabil, aplicarea procedeului este simplă, reparaţii mici, cu excepţia conductelor deteriorate, nu depinde de anotimp şi de starea în care se găseşte conducta, pierderile prin frecare sînt reduse, iar procedeul poate fi perfecţionat.

Inconvenientele procedeului constau în faptul că pînă în prezent poate fi aplicat numai de către firmele constructoare de tuburi din material plastic, acestea trebuie livrate în lungimi convenabile avînd în vedere ramificaţiile ventilele etc. este un procedeu nou (aplicat numai de 5 ani) pentru care nu se prezintă garanţii; durata căptuşelii depinde de temperatura şi natura fluidului care se transportă prin conductă.

Erdoel-Erdgas-Zeitschrift, noiembrie 1974, p. 409

Impexmin
Bucharest
ROMANIA

Impexmin

ÎNTREPRINDERE DE COMERȚ EXTERIOR

„IMPEXMIN" an excellent business partner can offer you :

1. Tools and apparatus used in oil and gas drilling (fishing tool magnets, weight indicator, torque-torque assembly etc.).
2. Devices for pipes (safety device for air and gas shortage for pipes, natural gas pressure adjusting and flow measuring plant, industrial pressure regulator for pipes etc.).
3. Tronson rotary device for welding.
4. Diamond tools for industry.
5. Mining equipment and products for dressing (hydrocyclones, sludge electric pumps, mechanical agitator etc.).
6. Flotation reagents.
7. Salt and non-metallic products.
8. Hoisting and transport unit for long materials.
9. Plastdurom pieces, steel substitute.
10. Divers rubber gaskets (for the pumps, pistons etc.)
11. Alabaster objects.

IMPEXMIN
13, C.A. Rosetti street
BUCHAREST — ROMANIA
P O Box 710
Telex 011-588
Teleph. 12.81.26

GEOMIN

Accepting various forms of joint ventures, GEOMIN is able to assist in any stage of a mining project, from the initial prospecting to production and sales

- **Geological research**
- **Laboratory and pilot tests**
- **Feasibility studies**
- **Engineering and construction**
- **Procurement**
- **Training of personnel**

MANAGEMENT
PRODUCTION

1975 JUN 25

GEOMIN

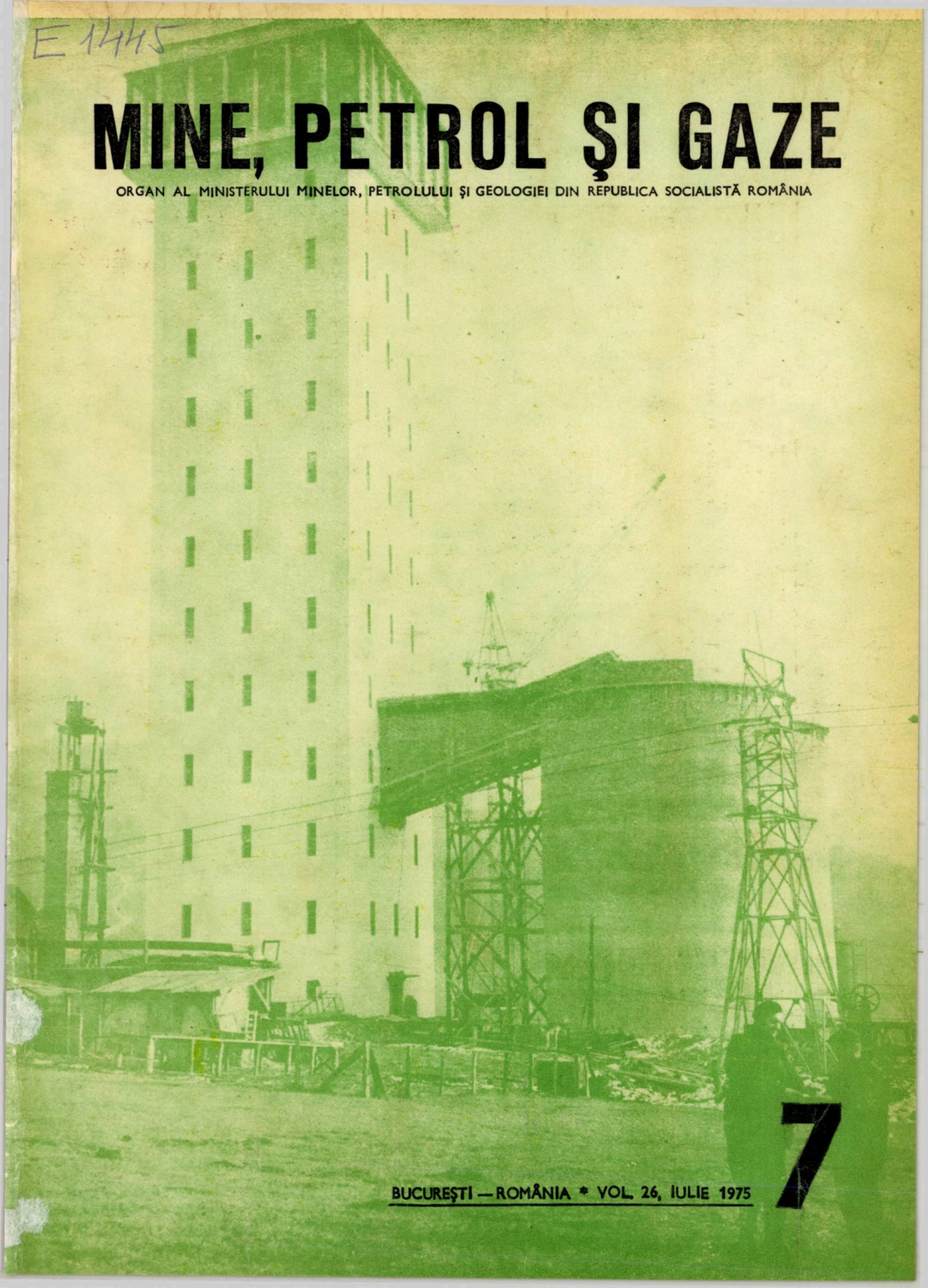
COMPANY FOR MINING AND GEOLOGICAL CO-OPERATION

Calea Victoriei 109
Bucureşti, ROMANIA
Tel. 14.55.01, telex 011242

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



BUCUREŞTI — ROMÂNIA * VOL. 26, IULIE 1975

7

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI SI GEOLOGIEI

CENTRALA MINEREURILOR SI METALURGIEI NEFEROASE BAIA MARE

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI ŞI METALURGIE NEFEROASĂ BAIA MARE

EXECUTĂ:

STUDII, PROIECTE, CERCETĂRI ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE MINEREURI NEFEROASE, AURO-ARGENTIFERE, RARE ŞI PRELUCRAREA METALURGICĂ A CONCENTRATELOR NEFEROASE DE METALE GRELE, RARE, RADIOACTIVE PRIVIND:

- metode de exploatare;
- săparea şi susţinerea lucrărilor miniere;
- perforare, împuşcare, explozivi minieri;
- aeraj minier;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, microclimat (în subteran, uzine de preparare a minereurilor şi metalurgiei neferoase grele);
- medicina minieră;
- mecanizarea lucrărilor miniere, de preparare şi a metalurgiei neferoase grele;
- utilaje miniere, de preparare şi pentru metalurgie neferoasă;
- automatizarea unor faze tehnologice în subteran, în uzinele de preparare şi metalurgice;
- prepararea substanţelor minerale utile şi prelucrarea metalurgică a concentratelor în condiţii de laborator, micropilot şi pilot;
- acordă asistenţă tehnică privind îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran, uzinele de preparare şi metalurgice;
- epurarea chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzine metalurgice, flotaţii, în laborator şi staţia pilot mobilă;
- lucrări cu izotopi radioactivi;
- documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi metalurgice;
- cercetări şi proiectări privind cooperarea în domeniul minier, de preparare, metalurgie neferoasă şi asimilări de utilaje miniere specifice;
- analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de reactivi;
- prototipuri ale unor aparate din domeniul exploatării şi preparării substanţelor minerale utile;
- sinteze şi cercetări bibliografice, traduceri, multiplicări, filmări.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 7 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

CUPRINS

Tătaru, S. **Unele caracteristici ale sterilelor de la prepararea minereurilor uranifere** 321

Bălan, M. şi *Geangălă, I.* **Consideraţii privind criteriile de comparare şi selecţie a agregatelor gazomotocompresoare (II)** 326

Constantinescu, I. şi *Florea, Al.* **Cercetări asupra vibraţiilor longitudinale ale sfredelelor în cazul perforatoarelor percutante** 336

Oprea, D. **Condiţiile de formare a capcanelor lito-stratigrafice în flancul extern al avanfosei Carpaţilor meridionali** 340

Bîrlogeanu, M. **Orientări noi în studiul capcanelor structurale şi lito-stratigrafice din miocenul Depresiunii Transilvaniei** 345

Niţă, S. **Cercetări şi rezultate obţinute în prevenirea şi combaterea focurilor de mină** 351

Grama, C. şi *Mănescu, M.* **Posibilităţi de programare, pregătire şi urmărire a producţiei la întreprinderile de prospecţiuni şi explorări geologice folosind echipament automatizat** 356

INFORMAŢII

Panaitescu, Al. **Despre resursele mondiale de energie** 359

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor;* dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **ALEXANDRU PANAITESCU;** ing. **NICOLAE PANTILIE;** ELENA **VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

C.Z. 622.7.097:539.16

Tătaru, S. *Unele caracteristici ale sterilelor de la prepararea minereurilor uranifere*

Se arată care este conţinutul în substanţe radioactive ale sterilelor de la prepararea minereurilor uranifere şi se demonstrează că dacă se respectă normele de conţinut în efluenţii uzinei de preparare aceştia nu prezintă pericol pentru mediul înconjurător.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.51

Bălan, M. şi Geangălă, I. *Consideraţii privind criteriile de comparare şi selecţie a agregatelor gazomotocompresoare (II)*

Mine Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.233.05

Constantinescu, I. şi Florea, Al. *Cercetări asupra vibraţiilor longitudinale ale sfredelelor în cazul perforatoarelor percutante*

Lucrarea tratează cîteva cercetări privind undele longitudinale care iau naştere în sfredel în urma ciocnirii acestuia cu pistonul unui perforator percutant. Sînt arătate metodele teoretice şi experimentale de ridicare a curbelor $\sigma = f(t)$, precum şi determinarea transferului de energie de la sfredel la rocă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Oprea, D. *Condiţiile de formare a capcanelor lito-stratigrafice în flancul extern al avanfosei Carpaţilor meridonali*

În Sarmaţianul mediu şi superior, în avanfosa carpatică, s-a format pînza pericarpatică, care a creat cadrul depoziţional favorabil pentru acumularea unor serii groase de nisipuri şi argile. Acestea sînt efilate sau trunchiate, atît pe fruntea pînzei, cît şi pe panta platformei, dînd naştere la numeroase capcane lito-stratigrafice. Pe promontoriile platformei, capcanele lito-stratigrafice sînt situate în condiţiile cele mai bune pentru acumularea hidrocarburilor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Bîrlogeanu, M. *Orientări noi în studiul capcanelor structurale şi lito-stratigrafice din miocenul Depresiunii Transilvaniei*

Prospecţiunile seismice şi forajul adînc au evidenţiat dezarmonia existentă în structura sedimentarului postsalifer din Transilvania care se manifestă prin existenţa unor planuri structurale îngropate şi prin migrarea apexurilor majorităţii structurilor la diferite niveluri de adîncime şi rolul variaţiilor de litofacies în formarea de capcane lito-stratigrafice.

Localizarea capcanelor structurale ascunse şi a celor subtile reprezintă direcţii obligatorii de cercetare pentru descoperirea de noi zăcăminte de gaze în Depresiunea Transilvaniei.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.82

Niţă, S. *Cercetări şi rezultate obţinute în prevenirea şi combaterea focurilor de mină*

Lucrarea prezintă o informare asupra rezultatului unor cercetări aprofundate efectuate de Institutul de biologie care, preluînd unele concluzii ale unor cercetători francezi, clarifică influenţa elementelor biologice asupra focurilor din unele zăcăminte sub formă de stocuri cu material lemnos în perna de surpare.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 681.3:622.014.2

Grama, C. şi Mănescu, M. *Posibilităţi de programare, pregătire şi urmărire a producţiei la întreprinderile de prospecţiuni şi explorări geologice folosind echipament automatizat*

Se prezintă metodologia de lucru şi avantajele obţinute prin trecerea la calcularea producţiei cu mijloace automate ca: asigurarea în timp foarte rapid a unui număr suficient de informaţii precise pentru luarea deciziilor în lucrările de foraj şi miniere la toate treptele ierarhice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

INFORMAŢII

C.Z. 553.044

Panaitescu, Al. *Despre resursele mondiale de energie.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

ŞTIRI

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Revista este editată de Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru întreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr 23—25, Bucureşti.

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

C. Z. 622.7.097 ; 539.16

Tătaru, S. *Some characters of the waste from uranium ore dressing*

The content in radioactive substances of the waste from uranium ore dressing is shown and it is proved that the observance of quality specifications of dressing plant effluents removes the danger of environmental pollution.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.51

Bălan, M. and Geangălă, I. *Considerations on the comparison criteria and selection of gase motor-compresor aggregates.* (part 2)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.233.05

Constantinescu, I. and Florea, Al. *Study on the longitudinal vibrations of drill steels in the case of reciprocating drills*

The authors deal with some research works regarding the longitudinal waves which arise into drill steels due to the impact with the piston of the reciprocating drill. Theoretical and practical methods are shown for plotting $\sigma = f(t)$ curves, as well as the determination of the energy transfered via drill steel to rock.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Oprea, D. *Development conditions of stratigraphical traps into external side of Southern Carpathians' fore trough*

In the Medium and Superior Sarmatian, into Carpathian fore trough, a Pericarpathian sheet has been developed, which has created a favourable framework for accumulations of thick series of sand ans shale. These deposits are wedged out or cut off both on the top of the sheet as on the slope of the floor, giving birth to numerous litho-stratigraphical traps. On the cape of the floor the litho-stratigraphical traps have the best conditions for hydrocarbons accumulation.

Mine, Petrol şi Gaze. vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Bîrlogeanu, M. *New ways in studying structural and litho-stratigraphical traps from the Miocen of Transylvanian Depression*

Seismic prospecting and deep drilling made evident a disharmony in the structure of the postsaliferous sedimentary rocks from Transylvania, which appears like buried structural plane surfaces and migrations of apices of the majority of structures at various levels of depth. In the same time one can observe the role played by the lithofacies changes in the building of litho-stratigrafic traps. The determination of the hidden structural traps and of the subtle ones forms binding ways of research in order to discover new gas fields into the Transylvanian Depression.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.82

Niţă, S. *Research works and results in prevention and control of mine fires*

The author presents a report on the results obtained from research works carried out by the Institute of Biology. Taking over some conclusions of some French researchers, he makes evident the influence of biological elements of the fires from some orebodies mined with topslicing method with wooden mat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z.681.3 ; 622,014.2

Grama, C. and Mănescu, M. *Programming and control into prospecting and exploration enterprises by means of automated equipment*

The authors present the software and merits of automated means in output evaluation which rapidly give enough accurate data for decision making into drilling and mining works at all level.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

Information

C.Z. 553.044

Panaitescu, Al. *On the world energy resources*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

News

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 622.7.097 ; 539.16

Тэтару, С. *Некоторые характеристики хвостов, полученных в процессе обогощения урановых руд*

Указывается содержание радиоактивных веществ в хвостах, полученных в результате обогощения урановых руд и подчеркивается тот факт, что если соблюдаются нормы содержания в отходах обоготивлельной фабрики, то в таком случае нет опасности для окружающей среды.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.51.

Бэлан, М. и Джангэлэ, Я. *Соображения о критериях сравнения и выбора агрегатов газомотокомпресоров* (II)

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.233.05

Константинеску, И и Флореа, А. *Исследование вопроса продольных вибраций сверл перфораторов ударного действия*

В работе представлены ряд исследований, проведенных в целях изучения продольных волн, образующих в сверле при его ударе о поршень перфоратора ударного действия. Представлены теоретические и экспериментальные методы построения кривых $\sigma = f(t)$ а также кривых опреления передачи энергии от сверла и породе.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 533.982.23

Опря, Д. *Условия образования литостратиграфических ловушек во внешней части аванфоссы Восточных Карпат*

в верхнем и среднем сармациане, в аванфоссе Карпат, было образовано перикарпатское зеркало, которое спасобствовало скоплению ряда мощных отложений песков и глин. Они выходят в виде определенной формы или усечены как у самого зеркала, так и у подъема уклона платформы, создав при этом многочисленные литостратиграфические ловушки. На верхней части платформы эти ловушки обладают самыми хорошими условиями скопления углеводородов.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Бырлоджяну, М. *Новые направления в изучении структурных и литостратиграфических ловушек миоцена платформы Трансильвании*

В результате проведенных сейсмических поисковых работ и глубокого бурения была обнаружена несогласованность в структуре постсолеиосных отношений в платформе Трансильвании, заключающаяся в наличии глубоких закрытых структурных плоскостей и в миграции апехов большинства структур на различных глубинах; были разработаны также некоторые соображения о роли изменения литофаций в образовании литостратиграфических ловушек.

Вопросы связанные с местом расположения вскрытых структурных ловушек являются обязательными направлениями проведения исследований в целях выявления новых газовых месторождений в платформе Трансильвании.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.82

Ницэ, С. *Проведенные исследования и полученные результаты в области предупреждения и борьбы с пожарами на шахтах*

В работе представлены результаты глубоко изученных работ, проведенных Институтом биологии, который на основе ряда выводов разработанных французскими исследователями, разъясняет влияние биологических элементов на появление пожаров в месторождениях штокверкового типа, из-за наличия в зоне (подушке) обрушения крепежного леса.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.–3 ; 622.014.2

Грама, К. и Мэнеску, М. *Возможности программирования, подготовки и управления процессом производства на поисковых и геолоразведочных предприятиях с применением автоматизированных средств*

Представлена рабочая методика и преимущества, получаемых при переходе к подсчету объема производства с помощью автоматизированных средств, как например: получение за очень краткий период времени достаточного количества точных информаций для принятия необходимого решения при проведении буровых работ и горных выработок.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

ИНФОРМАЦИИ

C.Z. 553.044

Панаитеску, Ал. *О мировых ресурсах энергии*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975.

ИЗВЕСТИЯ

SOMMAIRE

C.Z. 622.7.097 ; 539.16

Tătaru, S. *Quelques caractéristiques des stériles de la préparation des minerais uranifers*

On présente le contenu en substances radioactives des stériles resultés à la préparation des minerais uranifers et on démontre que l'observation des normes de qualité des effluents de l'usine de préparation évite le danger de contaminer l'environnement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.51

Bălan, M. et Geangălă, I. *Considérations sur les critères de comparaison et sélection des agrégats gazomotocompresseurs (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.233.05

Constantinescu, I. et Florea, Al. *Recherches sur les vibrations longitudinales des fleurets dans le cas des marteau perforateurs*

Sont présentées quelques recherches sur les ondes longitudinalles formées dans le fleuret pendant la collision de celui-ci avec le piston d'un marteau-perforateur. Sont montrées les méthodes théoriques et expérimentales pour l'enregistrement des courbes $\sigma = f(t)$ ainsi que la détermination du transfère de l'énergie fleuret-roque.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Oprea, D. *Les conditions de l'apparition des trappes litho-stratigraphiques dans le flanc extérieur de l'avant fosse des Karpathes Méridionals*

Dans le sarmatien moyen et supérieur, dans l'avant fosse karpatienne une toile perikarpatienne a été formée, en créant le cadre dépositionel favorable à l'accumulation de quelques séries épaisses de sables et argiles. Elles sont éffilées ou segmentées tant sur la tête de la toile que sur la pante de la plate-forme, en produissant des nombreuses trappes litho-stratigraphiques. Sur la promontoire de la plate-forme, les trappes litho-stratigraphiques sont situées dans les plus bonnes conditions pour l'accumulation des hydrocarbures.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Bîrlogeanu, M. *Nouvelles orientations sur l'étude des tranppes structurelles et litho-stratigraphique de miocen de la dépression de Transylvanie.*

Les prospections séismiques et le forage profond ont mis en évidence une disharmonie dans la structure des roches sédimentaires postsalifères de Transylvanie qui se manifèste par l'existence de quelques plans structuraux enfouis et par la migration des apex de la majorité des structures à divers niveaux de profondeur, ainsi que par le rôle des variations de lithofacies à l'apparition des trappes litho-stratigraphiques. La localisation des trappes structurelles cachées et des celles subtiles représente des directions obligatoires de recherche pour la découverte des nouveaux gisements de gaz dans la dépression de Transylvanie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.82

Niţă, S. *Recherches et résultats sur la prévention et le combat des feux de mine*

Dans l'article se présente une information sur les résultats de quelques recherches approfondies effectuées par l'Institut de Biologie qui, basée sur des conclusions formulées par les chercheurs français, explique l'influence des éléments biologiques sur les feux de quelques gisements exploités par foudroyage au matelas en bois.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 681.3 ; 622.014.2

Grama, C. et Mănescu, M. *Programme et contrôle par des moyens automatiques dans les entreprises de prospection et exploration geologique*

On présente la méthodologie de travail et les avantages obtenus par le traitement des données par des moyens automatiques qui assure l'obtention dans un interval de temps très court d'un nombre assez grand d'informations précises pour prendre des décisions dans l'activité de forage et minière pour tous les niveaux hiérarchiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

Informations

C.Z. 553.044

Panaitescu, Al. *Sur les ressources mondiales de l'energie*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

Nouvelles

INHALT

C.Z. 622.7.097 ; 539.16

Tătaru, S. *Einige charakteristiche Eigenschaften der Waschberge aus den Uranerzaufbereitungsanlagen*

Es wird das Gehalt an radioaktiven Substanzen der Waschberge aus den Uranerzaufbereitungsanlagen angegeben und bewiesen dass bei Einhaltung der Gehaltsnormen in den Abwässern der Aufbereitungsanlagen diese keine Gefahr für die Umwelt bedeuten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 621.51

Bălan, M. und Geangălă, I. *Betrachtungen über die Vergleichskriterien der Motokompressoren für Gase (II)*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.233.05

Constantinescu, I. und Florea Al. *Untersuchungen über die Schwingungen in Längsrichtung der Bohrstangen bei Schlagbohrmaschinen*

Der Aufsatz enthält einige Untersuchungen über die Längschwingungen in der Bohrstange aufgrund der Schlagwirkung. Es sind die theoretischen und praktischen Methoden zur Bestimmung der Kurve $\sigma = f(t)$ angegeben und die Übergebe der Energie vom Bohrer auf das Gestein bestimmt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Oprea, D. *Die Bedingungen für die Bildung der litho-stratigraphischen Fallen an der äusseren Flanke des Vorbeckens der Südkarpathen*

In der mittleren und oberen sarmathischen Stufe, im karpathischen Vorbecken ist eine perikarpathische Überschiebungdecke entstanden welche die Ablagerungszone für mächtige Sand- und Tonschichten bildet. Diese sind sowohl auf der Stirnseite der Decke sowie auf der Flanke der Platform verdrückt und gestört, und so bilden sich viele litho-stratigraphische Fallen. Die besten Bedingungen für die Bildung von Kohlenwasserstofflagerstätten gibt es in den litho-stratigraphischen Fallen welche auf dem Vorgebirge der Platform gelegen sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 553.982.23

Bîrlogeanu, M. *Neue Richtlinien beim Studium der strukturellen und litho-stratigraphischen Falle im Miozän der transylvanischen Senkung*

Seismische Prospektionen und tiefe Bohrungen haben die in der Struktur der postsaliferen sedimentären Formationen Transylvaniens, bestehende Disharmonie bestätigt, welche sich durch verborgene Strukturflächen und durch verschiedenen Teufen und durch die Rolle der Schwangungen des Lithofazies unter der Form von lithostratigraphischen Fallen, ausdrücken. Die Lokalisierung der verborgenen Strukturellen Fallen sowie der Fallen von geringer Mächtigkeit sind bestimmende Richtlinien für die Entdeckung von neuen Erdgaslagerstätten in der transylvanischen Senkung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 622.82

Niţă, S. *Untersuchungen und Ergebnisse bei Vorbeugung und Bekämpfung von Grubenbränden*

Der Aufsatz bringt eine Information über die Ergebnisse von gründlichen Untersuchungen des biologischen Instituts. Die Ergebnisse französischer Forscher übernehmend, wurde der Einfluss biologischer Elemente auf Grubenbrände im mit Holzrückständen durchsetzten Alten Mann, geklärt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

C.Z. 681.3 ; 622.014.2

Grama, C. und Mănescu, M. *Programmierungsmöglichkeiten, Vorbereitung und Überwachung der Produktion in den Unternehmen für Prospektierung und geologischen Untersuchungen mit automatischen Ausrüstungen*

Es werden die Arbeitsmethoden und die Vorteile der automatischen Berechnung der Produktion dargelegt. Durch Automatisierung kann in kürzester Zeit eine entsprechende Zahl von Informationen erhalten werden welche für Entscheidungen auf allen hierarchischen Ebenen, bei Bohr- und bergmännischen Arbeiten, genügen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

Informationen

C.Z. 553.044

Panaitescu, Al. *Über die Energiequellen auf Weltebene*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 7, 1975

Nachrichten

Dr. ing. S. **Tătaru**
director, Centrul de cercetări pentru metale radioactive

Unele caracteristici ale sterilelor de la prepararea minereurilor uranifere

Reziduurile rezultate în urma extragerii uraniului din minereuri se deosebesc de „sterilele" altor instalații de preparare prin următoarele :

— conțin toate componentele radioactive din seria uraniului rezultate prin dezintegrarea radioactivă a acestuia. Așa se explică faptul că sterilele sînt mai radioactive decît concentratul uranifer rezultat prin preparare;

— reziduurile depozitate în haldă rămîn ca sursă radioactivă de suprafață și după încetarea activității uzinei.

Dacă la cele de mai sus se adaugă rolul pe care-l au iazurile de decantare în industria extractivă, rezultă clar de ce iazul de decantare constituie unul din obiectivele cele mai importante ale uzinelor de uraniu.

Caracteristicile fizice și chimice ale sterilelor

Indiferent de tehnologia aplicată pentru recuperarea uraniului din minereuri, sterilele uzinei de preparare se prezintă sub forma unei suspensii minerale, avînd o diluție variabilă, de obicei S : L = 1 : (2—4).

Faza solidă a suspensiei reprezintă practic minereul din alimentare mărunțit fin din care circa 20 % se găsește sub formă de șlamuri. Nu mai mult de 3 % din masa minieră introdusă în uzină se dizolvă în timpul prelucrării, regăsindu-se sub formă de săruri în faza lichidă a suspensiei reziduale.

Evoluția procedeelor de prelucrare a minereurilor uranifere din ultimii ani a condus la punerea la punct a unui procedeu hidrometalurgic simplu a cărui schemă de flux se dă, în forma generală, în figura 1.

În funcție de caracteristicile chimico-mineralogice ale materiilor prime, uraniul este dizolvat din acestea prin leșiere cu acid sulfuric sau cu carbonat de sodiu. O serie de alți reactivi pot fi folosiți pentru a favoriza dizolvarea uraniului (oxidanți) sau în operațiile de schimb ionic și de precipitare.

În timpul leșierii cu acid sulfuric, cea mai mare parte a acestuia se consumă pentru dizolvarea uraniului și a unor minerale de gangă. Din acest motiv doar foarte rar o parte din excesul de acid rămas în apele reziduale poate fi recircuitat și tot de aceea conținutul de noxe chimice este mai ridicat în reziduurile uzinelor care folosesc tehnologia cu acid sulfuric.

Spre deosebire de aceasta, în timpul leșierii alcaline soluțiile de carbonat-bicarbonat de sodiu se consumă numai parțial pentru dizolvarea uraniului. Recircuitarea în proces a soluțiilor sodice uzate este o practică frecventă și ea conduce, nu numai la reducerea consumului de reactivi, ci și la obținerea unui volum mai redus de ape reziduale. Astfel, în condiții tehnologice asemănătoare, volumul apelor reziduale (exprimat în m^3/t) evacuate la iaz dintr-o uzină cu flux alcalin poate fi de patru ori mai

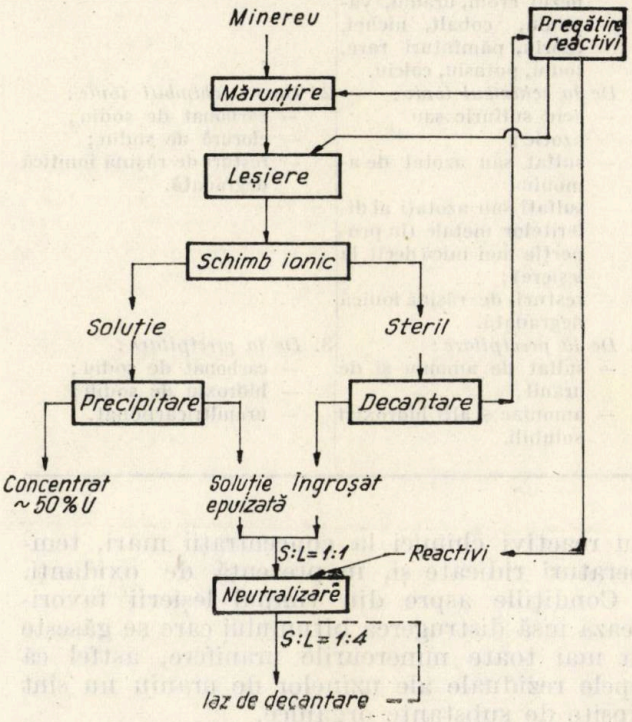


Fig. 1. Schema principală de flux pentru prelucrarea minereurilor uranifere.

mic decît volumul apelor evacuate dintr-o uzină cu flux acid.

În tabelul 1 se prezintă, pentru comparație, componentele chimice care pot fi prezente în faza lichidă a tulburelii reziduale de la prepararea minereurilor uranifere. Unele din elementele însoțitoare dizolvate prin leșierea acidă pot atinge adesea concentrații care să justifice recuperarea lor industrială.

În cele mai multe cazuri, elementele solubilizate sînt nocive și ele trebuie neutralizate înainte de a ajunge la emisar. Concentrația componentelor inutile din faza lichidă a tulburelii reziduale rezultate într-o uzină cu flux acid este, în general, cu un ordin de mărime mai ridicată decît într-o uzină cu flux alcalin. Neutralizarea lor se face însă relativ simplu, prin tratare cu lapte de var.

Reactivii organici introduși în proces (de exemplu, în cazurile cînd hidrometalurgia este precedată de flotație sau de îngroșare) sînt practic distruși în timpul leșierii cînd pentru dizolvarea uraniului se folosește un atac energic

Tabelul 1

Componentele chimice rezultate în reziduurile prelucrării minereurilor uranifere

Tehnologia acidă	Tehnologia alcalină
1. *De la leşiere*: — acid sulfuric; — sulfaţi de: fier, cupru aluminiu, mangan, magneziu crom, uraniu, vanadiu, cobalt, nichel, thoriu, pămînturi rare, sodiu, potasiu, calciu.	1. *De la leşiere*: — carbonat şi bicarbonat — sulfat de sodiu.
2. *De la schimbul ionic*: — acid sulfuric sau azotic; — sulfat sau azotat de amoniu; — sulfaţi sau azotaţi ai diferitelor metale (în proporţie mai mică decît la leşiere); — resturi de răşină ionică degradată.	2. *De la schimbul ionic*: — carbonat de sodiu; — clorură de sodiu; — resturi de răşină ionitică degradată.
3. *De la precipitare*: — sulfat de amoniu şi de uranil; — amoniac şi alţi hidroxizi solubili.	3. *De la precipitare*: — carbonat de sodiu; — hidroxid de sodiu; — uraniltricarbonat.

cu reactivi chimici la concentraţii mari, temperaturi ridicate şi, în prezenţă de oxidanţi.

Condiţiile aspre din timpul leşierii favorizează însă distrugerea bitumului care se găseşte în mai toate minereurile uranifere, astfel că apele reziduale ale uzinelor de uraniu nu sînt lipsite de substanţe organice.

Radioactivitatea tulburelii reziduale

Conţinutul de uraniu în minereul ce alimentează uzinele de uraniu în funcţiune pe plan mondial este de circa 0,1 %. Randamentele de extracţie la aceleaşi uzine fiind în jur de 90 %, rezultă că odată cu fiecare tonă de minereu în uzină intră 1 kg de uraniu şi cu o tonă de reziduu solid se dirijează spre iaz circa 100 g uraniu nerecuperat. În realitate situaţia este mai diversă, dar pentru calculele de protecţie o asemenea uzină, reală sau fictivă, poate fi considerată semnificativă.

În amestecul natural de izotopi uraniul-238 reprezintă 99,28 % uraniul-234 doar 0,0057 %, iar restul de 0,71 % revine izotopului fisionabil, uraniul-235. Izotopii cu masa 238 şi 234 fac parte din familia radioactivă uraniu-radiu, cea mai importantă din punctul de vedere al nocivităţii sterilelor.

Aşa cum se poate vedea în figura 2, uraniul-238 este capul unei serii radioactive care conţine opt emiţători alfa şi şase emiţători beta. Se poate vedea din figură că uraniul-238 se dezintegrează prin emisie alfa la UX_1 (thoriu-234) care are o perioadă de înjumătăţire de 4,49 miliarde ani; uraniul-X_1 se dezintegrează beta la UX_2 (protactiniu-234) care are o perioadă de înjumătăţire de 24,1 zile

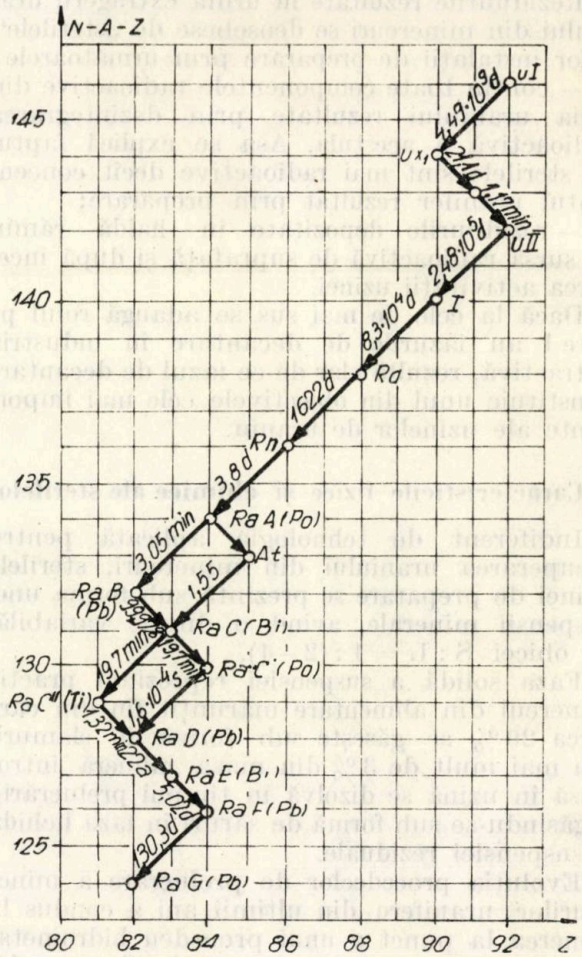


Fig. 2. Schema de dezintegrare a familiei 238_U; z – numărul de ordine; A – masa atomică.

ş.a.m.d. Produsul final al dezintegrării succesive a uraniului-238 este un izotop stabil al plumbului 206_{Pb} (RaG).

Nocivitatea izotopilor din serie este, cel puţin teoretic, egală. Din punctul de vedere al protecţiei, importanţa majoră o prezintă izotopul $226_{88\ Ra}$, Radiul şi 222_{86Rn}, radonul care este un gaz.

În cele mai multe minereuri, componenţii familiei radioactive se găsesc în echilibru, adică raportul dintre cantitatea fiecărui component este proporţională cu raportul duratei lor de înjumătăţire. Apele subterane levigînd un component mai solubil pot dezechilibra sistemul radioactiv al seriei.

Activitatea alfa a unui kilogram de uraniu este de 335 μCi (microcurie). În cazul cînd minereul este în echilibru, activitatea totală a celor opt descendenţi alfa-emiţători va fi

de 2680 μCi/kg uraniu, iar activitatea însumată a celor șase descendenți beta emițători de 2010 μCi/kg uraniu. Rezultă că activitatea totală alfa și beta a unei tone de minereu din alimentarea uzinei, avînd conținutul de 0,1 % U, este de 4690 μCi, rotund 4,7 m Ci.

În cazul cînd 90 % din uraniu se dizolvă și trece în concentrat și admițînd că radonul gazos părăsește sistemul în timpul operațiilor de mărunțire și de agitare, activitatea rămasă într-o tonă de steril solid va fi de 3762 μCi, adică aproximativ 80 % din activitatea minereului din alimentare.

Rezultă că, cea mai mare parte din activitatea elementelor extrase din subteran urmează să fie depozitată împreună cu sterilele, care o conțin, în iazul de decantare. Aceasta poate explica faptul că iazul de decantare al uzinelor de uraniu, necesitînd măsuri deosebite de protecție, constituie o amenajare tehnică de cea mai mare importanță și că investițiile pentru iaz pot atinge uneori pînă la 50 % din valoarea de investiție pentru uzină.

Comportarea radiului în timpul preparării uraniului

Radiul a fost mult timp componentul cel mai valoros al minereurilor uranifere și pînă prin 1940 acestea se exploatau numai pentru valorificarea radiului. În ultimii ani importanța economică a radiului a scăzut, și el nu mai este extras la scară industrială. Rămînînd însă unul din principalii agenți de poluare, nu este lipsită de importanță comportarea radiului în timpul prelucrării minereurilor uranifere.

O tonă de minereu radioactiv cu 0,1 % U conține aproximativ 0,3 mg Ra. Deoarece radiul este insolubil în acid sulfuric, în uzinele care folosesc lesierea acidă radiul nedizolvîndu-se în timpul lesierii rămîne în faza solidă cu care se îndepărtează pentru depozitare în iaz.

Solubilitatea radiului este mai mare în soluțiile conținînd bicarbonat de sodiu și de aceea el se dizolvă parțial în timpul lesierii alcaline. Determinările efectuate au arătat că 1,5 — 2 % din radiul conținut în minereu trece în soluția carbonatică în timpul lesierii, după care precipită împreună cu uraniul în concentratul chimic. Acest fenomen explică radioactivitatea mai ridicată a concentratelor obținute în uzinele care folosesc tehnologia alcalină. Restul de 98 % din radiul existent în minereul acestor uzine este dirijat la iaz.

Din cele de mai sus rezultă că practic tot radiul din minereu ajunge pînă la urmă în depozitul de steril. Uzinele de uraniu în funcțiune din S.U.A., la nivelul anului 1974, evacuau zilnic la iazurile de decantare circa 30 000 t steril conținînd 0,6 mg Ra pe tonă (minereul inițial conține în medie 0,2 %U,) adică 18 g Ra zilnic sau circa 6 kg Ra anual. Se menționează, pentru comparație, că producția mondială de radiu, de la începuturi pînă în prezent, nu a depășit 2 kg.

Pericolul pe care-l prezintă radiul depozitat este redus la valori infime, deoarece el se găsește diluat într-o masă de solid în proporție de 0,3—0,6 părți radiu la un miliard de părți de masă sterilă care-i ecranează sau absoarbe radiațiile. Cu toate acestea, este necesar ca depozitul de sterile să fie protejat pentru a se evita accesul, iar după terminarea exploatării suprafața lui se acoperă cu sol peste care se plantează arbori nefructiferi sau plante nedestinate consumului.

Radonul, produsul gazos care rezultă prin dezintegrarea radiului, prezintă un pericol mult mai redus la suprafață decît în exploatările din subteran. Fiind mai greu decît aerul, radonul, odată degajat, se poate depune în văile unde circulația aerului este mai slabă. Perioada de înjumătățire a radonului este de 3,8 zile după care el se transformă în poloniu-218 (RaA) și în plumb-214 (RaB) care sînt solizi. Formîndu-se în aer aceștia pot adera la suprafața particulelor de praf sau a picăturilor de apă. Din acest motiv este indicat ca depozitele de steril să fie amplasate astfel încît direcția vînturilor dominante să nu fie înspre zone populate.

Radioactivitatea fazei lichide

Dacă solidul din tulbureala reziduală a uzinelor de uraniu rămîne practic integral sub forma unui depozit radioactiv în iazuri, controlate, supravegheate și avînd zone de restricție și protecție (0,5 km de la uzină, 1 km distanță de localități) faza lichidă a reziduurilor poate migra în zonă și polua bazinul hidrologic.

Avînd în vedere mobilitatea efluenților solubili ai uzinelor (sau ai minelor) de uraniu și pericolul pe care ei îl prezintă pentru bazinul hidrologic, prin Agenția internațională pentru energie atomică (organism ONU cu sediul la Viena) s-au stabilit norme riguroase pentru conținutul de uraniu în apele reziduale ale obiectivelor industriale de extracție și prelucrare a minereurilor uranifere.

În conformitate cu acestea, legislația R.S.R. prevede măsuri riguroase de protecție pentru evitarea migrării efluenților în bazinul hidrologic prin exfiltrare sau deversare.

O serie de alte restricții stabilesc condițiile de amplasare și de amenajare a haldelor de steril de la uzinele de uraniu. În cele ce urmează se va examina unul din aspectele cele mai importante privind radioprotecția populației și a zonei, ca urmare a evacuării apelor reziduale din halda de steril.

Deoarece prin funcționarea continuă a uzinei rezultă un excendent de ape reziduale (este

vorba doar de faza lichidă a suspensiei sterile), acestea trebuie evacuate într-un emisar puternic care să preia, fără pericol pentru populaţie sau zonă, radioactivitatea acestor ape.

Legislaţia în vigoare cuprinde următoarele prevederi referitoare la evacuarea efluenţilor lichizi proveniţi din întreprinderile producătoare de uraniu [2].

„Efluenţii lichizi din procesul de producţie sînt consideraţi deşeuri radioactive dacă depăşesc de 10 ori concentraţia admisă în apa potabilă, a uraniului natural şi a radiului 226.

Deşeurile lichide radioactive pot fi eliminate în canalizarea menajero-fecaloidă sau industrială fără a fi tratate şi diluate, dacă în ultimul cămin de control al canalizării care deserveşte unitatea, înainte de deversarea apelor reziduale în colectorul magistral al canalizării urbane sau industriale, concentraţiile substanţelor radioactive nu depăşesc de 10 ori concentraţiile maxime în apa potabilă".

Aceleaşi norme prevăd următoarele concentraţii maxime admise (CMA) de uraniu natural şi de radiu 226 în apa potabilă :

$$\text{uraniu natural}: \ 2 \times 10^{-10} \ \text{Ci/l}$$

$$\text{radiu-226}: \ 3 \times 10^{-12} \ \text{Ci/l}.$$

Pornind de la aceste valori se poate evalua riscul pe care-l prezintă efluenţii uzinei de uraniu pentru populaţie şi pentru zona înconjurătoare. Mai jos se prezintă calculul debitului dozei de iradiere internă admiţînd cazul, evident fictiv, că din necunoaştere, accident, neglijenţă sau din alte motive, populaţia ar folosi în permanenţă drept apă „potabilă" apa care conţine uraniu natural şi radiu în concentraţii de 10 ori mai mari decît cele stabilite pentru apa potabilă, deci la nivelul concentraţiilor admise pentru efluenţii industriali, aşa cum rezultă ei la ieşirea din uzină. Se admite deci că apa utilizată în scopuri alimentare conţine :

$$\text{uraniu natural}: \ 2 \times 10^{-9} \ \text{Ci/l}$$

$$\text{radiu-226}: \ 3 \times 10^{-11} \ \text{Ci/l}.$$

Debitul dozei biologice pentru expunerea internă se determină prin formula :

$$b = \frac{\eta}{100} \cdot \frac{\Lambda}{m} \sum Wi \cdot si$$

b este debitul dozei în remi/h (admis 0,25 mremi/h, pentru populaţia nesupravegheată);

η — eficienţa biologică relativă;

Λ — activitatea radionuclidului ingerat, dez */s;

Wi — energia radiaţiilor emise, ergi;

si — factorul de schemă pentru radiaţia respectivă.

*) dez = dezintegrări.

În cazul de faţă, existînd mai mulţi radionuclizi, uraniul, radiul şi produşii lor de filiaţie, doza totală, va fi dată de suma dozelor produse de fiecare nuclid în parte.

Calculul se face ţinîndu-se seama de condiţiile prevăzute prin norme şi anume că, omul standard are masa de 70 kg şi consumă zilnic 2,2 litri apă potabilă.

Acceptînd că uraniul şi radiul pentru care sînt stabilite CMA în apa potabilă se găsesc în echilibru cu produşii lor de filiaţie, se admite a priori o abatere de la situaţia reală în sensul favorabil condiţiilor de protecţie. Se poate afirma acest lucru deoarece în timpul atacului chimic al minereului, radionuclizii solubili sau gazoşi — uraniul şi radonul sînt separaţi de cei insolubili şi în acest fel echilibrul secular este modificat.

Pentru calculul debitului total al dozelor se vor folosi datele din tabelul 2, în care se dă, pentru fiecare radionuclid din familia uraniului, tipul radiaţiei emise, energia şi abundenţa acestora.

Tabelul 2

Nr. crt.	Radionuclidul	b_β, rem/h
1	Thoriu-234	$2{,}30 \cdot 10^{-8}$
2	Protactiniu-234	$3{,}02 \cdot 10^{-7}$
3	Plumb-234	$9{,}50 \cdot 10^{-9}$
4	Bismut-214	$1{,}95 \cdot 10^{-7}$
5	Plumb-210	$3{,}25 \cdot 10^{-9}$
6	Bismut-210	$1{,}66 \cdot 10^{-7}$
	Total	$7{,}0 \cdot 10^{-7}$

Debitul dozei alfa

— pentru uraniul 238

$$W_1 = 4{,}02 \ \text{MeV} = 4{,}02 \times 1{,}6 \cdot 10^{-6} \ \text{erg} = 6{,}43 \cdot 10^{-6} \ \text{erg}$$

$$W_2 = 4{,}135 \ \text{MeV} = 4{,}135 \times 1{,}6 \cdot 10^{-6} \ \text{erg} = 6{,}62 \cdot 10^{-6} \ \text{erg}$$

$$W_3 = 4{,}182 \ \text{MeV} = 4{,}182 \times 1{,}6 \cdot 10^{-6} \ \text{erg} = 6{,}68 \cdot 10^{-6} \ \text{erg}$$

$$S_1 = 1 \times 10^{-3}$$

$$S_2 = 0{,}23$$

$$S_3 = 0{,}77.$$

Se transformă activitatea din Ci în dez/s

$$\Lambda = 2{,}2 \times 2.10^{-9} \ \text{Ci} = 2{,}2 \times 2.10^{-9} \times 3{,}7 \cdot 10^{10} = 162{,}8 \ \text{dez/s}$$

$$b_\alpha = \frac{20}{100} \cdot \frac{162{,}8}{7 \cdot 10^4} (6{,}43 \cdot 10^{-6} \cdot 1.10^{-3} + 6{,}62 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}23 + 6{,}68 \cdot 10^{-6} \times 0{,}77) \times 3{,}6 \cdot 10^3 = 1{,}11 \cdot 10^{-5} \ \text{rem/h}.$$

În mod analog se calculează debitele dozelor rezultate de la ceilalți radionuclizi alfa. Valorile obținute sînt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3

Nr. crt.	Radionuclidul	b_α, rem/h
1	Uraniu-238	$1{,}11 \cdot 10^{-5}$
2	Uraniu-234	$1{,}34 \cdot 10^{-5}$
3	Thoriu-230	$1{,}31 \cdot 10^{-5}$
4	Radiu-226	$1{,}35 \cdot 10^{-5}$
5	Radon-222	$1{,}52 \cdot 10^{-5}$
6	Poloniu-218	$1{,}7 \cdot 10^{-5}$
7	Poloniu-214	$2{,}2 \cdot 10^{-5}$
8	Poloniu-210	$1{,}5 \cdot 10^{-5}$
	Total	$1{,}2 \cdot 10^{-4}$

Debitul dozei beta

— pentru thoriul-234

$$W_1 = 0{,}103 \text{ MeV} = 0{,}103 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-6} \text{ erg} = 0{,}165 \cdot 10^{-6} \text{ erg}$$

$$W_2 = 0{,}193 \text{ MeV} = 0{,}193 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-6} \text{ erg} = 0{,}309 \cdot 10^{-6} \text{ erg}$$

$$s_1 = 0{,}21$$

$$s_2 = 0{,}79$$

$$b_\beta = \frac{1}{100} \cdot \frac{162{,}8}{7 \cdot 10^4} (0{,}165 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}21 + 0{,}309 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}79)\ 3{,}6 \cdot 10^3 = 2{,}3 \cdot 10^{-8} \text{ rem/h}.$$

Calculînd în mod analog debitele și pentru ceilalți radionuclizi beta-emițători se obțin valorile din tabelul 3.

Debitul dozei gama

— pentru uraniu-238.

Pornind de la aceleași premise ca și anterior, se determină debitul dozei gama pentru uraniu:

$$W_1 = 0{,}048 \text{ MeV} = 0{,}048 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-6} = 0{,}077 \cdot 10^{-6} \text{ erg}$$

$$s_1 = 0{,}23$$

$$b_\gamma = \frac{1}{100} \cdot \frac{162{,}8}{7 \cdot 10^4} \cdot 0{,}077 \cdot 10^{-6} \cdot 0{,}23 \cdot 3{,}6 \cdot 10^3 = 1{,}5 \cdot 10^{-9} \text{ rem/h}.$$

Procedînd în mod analog se obțin, pentru ceilalți produși de filiație gama activi, valorile prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4

Nr. crt.	Radionuclidul	b_γ, rem/h
1	Uraniu-238	$1{,}5 \cdot 10^{-9}$
2	Thoriu-234	$2{,}5 \cdot 10^{-9}$
3	Protactiniu-234	$2{,}4 \cdot 10^{-9}$
4	Uraniu-234	$2{,}63 \cdot 10^{-9}$
5	Thoriu-230	$2{,}57 \cdot 10^{-9}$
6	Radiu-226	$1{,}52 \cdot 10^{-9}$
7	Plumb-214	$4{,}0 \cdot 10^{-9}$
8	Bismut-214	$6{,}3 \cdot 10^{-9}$
9	Plumb-210	$5{,}2 \cdot 10^{-9}$
	Total	$2{,}86 \cdot 10^{-8}$

Debitul total al dozei biologice produse prin iradierea internă alfa, beta și gama, va fi:

$$b = b_\alpha + b_\beta + b_\gamma = 1{,}2 \cdot 10^{-4} + 7{,}0 \cdot 10^{-7} + 2{,}86 \cdot 10^{-8} = 1{,}272 \cdot 10^{-4} \text{rem/h} = 0{,}1272 \text{ mrem/h}.$$

Din cele de mai sus rezultă următoarele observații:

● Debitul dozei biologice de iradiere internă care s-ar putea produce în situația cînd populația nesupravegheată ar consuma apa potabilă avînd concentrații de stabstanțe radioactive la nivelul celor admise pentru efluenții uzinelor de uraniu este de circa jumătate față de iradierea permisă pentru această categorie a populației: 0,127 mrem/h față de 0,25 mrem/h.

● Cea mai mare parte a debitului dozei biologice, așa cum era de așteptat, provine de la radiațiile alfa.

Ținînd seama de faptul că, așa cum s-a arătat, calculele s-au făcut acoperitor în sensul favorizării protecției, precum și de faptul că înainte de a ajunge în contact cu populația efluenții uzinelor de uraniu sînt diluați în emisar, se poate trage concluzia că în cazul respectării normelor de conținut în efluenții uzinei, aceștia nu prezintă pericol pentru populație sau pentru mediu.

BIBLIOGRAFIE

[1] Dincă G., Catalina R. și Giurgea L. *Noțiuni de dozimetrie*, ODPT, București 1969.

[2] * * * Norme departamentale de protecție a muncii pentru industria minieră ODPT, București, 1961.

[3] Șandru, P. și Topa, A. *Radionuclizii*, Editura Academiei R.S.R., București, 1968.

[4] Tătaru, S. *Radioprotecția în metalurgia extractivă a uraniului*, p. 47—50, Comitetul de Stat pentru energia nucleară, CPSCDN, București — Măgurele, 1973.

PROGRAMAREA UNEI MINE DE CĂRBUNE CU TĂIERE ȘI TRANSPORT HIDRAULIC ÎN CANADA

Firmele Kaiser Resources și Fording Coal au semnat un contract prin care prima firmă va livra tehnologia minieră de extracție a cărbunelui cu mijloace hidraulice pentru o mină de cărbune care urmează să se deschidă la Fording lîngă Elkford, Columbia Britanică.

Este un contract de sublicență care urmează a fi semnat în cadrul unui contract de licență multinațională pentru exploatarea hidraulică a cărbunelui în noiembrie 1975, între U.R.S.S. și firmele Kaiser și Mitsui Mining Co. (Japonia).

Prin acest contract, cei trei parteneri își vor combina tehnologiile de exploatare hidraulică a cărbunelui, vor vinde pe piața internațională tehnologia combinată altor producători și își vor împărți beneficiile rezultate din astfel de vînzări, în mod egal.

Firma Kaiser exploatează în America de Nord în mod curent singura mină de cărbune cu mijloace hidraulice care folosește o metodă realizată împreună cu Mitsui. Metoda constă din exploatarea unor strate înclinate de cărbune prin tăierea cu jeturi de apă la înaltă presiune. Cărbunele astfel detașat este apoi transportat cu apă, pe jgheaburi prin cădere liberă sau cu pompe, la o stație de separare a apei de cărbune, apa fiind reciclată.

Mina hidraulică care urmează a fi realizată de Fording Coal va fi prima exploatare subterană de cărbune de acest gen al acestei companii.

Canadian Mining Journal, nr. 1, 1975, p. 12

Ing. M. Bălan şi dr. ing. I. Geangălă

Consideraţii privind criteriile de comparare şi selecţie a agregatelor gazomotocompresoare (II)

B. PARTEA DE MOTOR CU GAZ

B. 1. *Puterea nominală*

În practica curentă interesează puterea disponibilă a motorului la arborele cotit, care este cunoscută şi sub denumirea de putere de frînare sau adesea putere nominală.

Puterea nominală este, de fapt, puterea indicată mai puţin puterea consumată pentru învingerea frecărilor interne cauzate de fricţiunea dintre segmenţii pistoanelor şi pereţii cilindrilor, frecarea în lagăre, precum şi puterea absorbită de mecanismele supapelor, pompele de apă, ulei sau alte anexe.

Puterea indicată este deci însumarea puterii produse în interiorul cilindrilor motorului (se poate determina cu ajutorul diagramei p-v), constituind primul pas în transformarea energiei calorice în energie mecanică. Pe baza studierii puterii indicate, motoarele Diesel şi Otto gaz au fost perfecţionate prin schimbarea configuraţiei spaţiilor de combustie, modernizarea injectoarelor de combustibil ş.a. Puterea de frînare se poate măsura cu dispozitivul reprezentat în figura 17 şi cu relaţia:

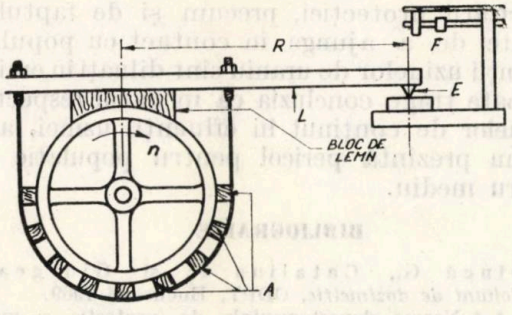


Fig. 17. Schematizarea dispozitivului pentru măsurarea puterii de frînare.

$$Nf = 2\,\pi\,R\,n\,F \qquad (13)$$

unde:

R este lungimea efectivă a levierului m;

n — viteza de rotaţie, rot/min;

F — forţa totală măsurată pe balanţă, kgf.

Acest dispozitiv este utilizabil la motoarele de puteri medii (max. 1 200 CP); pentru motoare de pînă la 7 000 CP sînt folosite frînele hidromatice.

Puterea total dezvoltată se poate determina în alt mod decît puterea de frînare. Una din metode curent folosită constă în conectarea motorului la un generator electric şi măsurarea cantităţii de energie electrică furnizată de generator.

Bineînţeles că ofertanţii de motoare comunică prin documentaţii şi prospecte mărimea cifrică a caracteristicii enunţate.

B.2. *Indicatorul de forţare*

Acest indicator arată în ce măsură sînt solicitate pistoanele motorului luat în consideraţie. Relaţia prin care se determină este de forma:

$$P_f = \frac{Nn}{\sum \frac{\pi \cdot D^2}{4}}, \frac{\text{CP}}{\text{cm}^2} \qquad (14)$$

unde:

Nn este puterea nominală, CP;

D — diametrul unui piston de putere, cm.

Rezultatul obţinut are, în primul rînd, valoare comparativă, întrucît nivelul său este hotărîtor influenţat de perfecţionările aduse motoarelor, calităţii materialelor, tehnologiile de execuţie, ş.a. aşa încît se modifică aproape de la an la an. Totuşi unii beneficiari apreciază criteriul de forţare k_f ca fiind 2/3 P_f.

$$K_f = \frac{2}{3} \cdot P_f, \frac{\text{CP}}{\text{cm}^2}. \qquad (15)$$

B.3 *Puterea medie pe cilindru*

Aceasta este o mărime cu dublă semnificaţie: gradul de utilizare intensivă a cilindrului şi durabilitatea acestuia. Desigur că, prima informaţie interesează proiectanţii care au de încadrat procese sau motoare în spaţii impuse. Al doilea aspect poate constitui un argument suplimentar în sprijinirea sau infirmarea cifrelor de fiabilitate puse la dispoziţie de constructorul maşinii. Spre edificare redăm, în tabelul 2, date comparative aparţinînd unor diferite agregate.

Analiza comparativă a acestor date demonstrează, destul de convingător, cît de contradictorii sînt informaţiile furnizate de producătorii maşinilor şi, în consecinţă, necesitatea imperioasă de a aprofunda temeinic, odată cu parametrii generali, celelalte elemente ca de exemplu, calitatea materialelor, regimul termic, presiunea medie efectivă ş.a.

B.4. *Presiunea medie efectivă*

Puterea reală produsă de un motor termic poate fi stabilită în funcţie de numărul cilindrilor, diametrul şi cursa pistoanelor, turaţia

Tabelul 2

Tipul motorului şi fabricaţia	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	*F*
Puterea motorului CP	1 000	1 050	1 190	1 100	1 200	1 350
Tipul motorului	4 timpi supra-alim.	4 timpi supra-alim.	4 timpi supra-alim.	4 timpi supra-alim.	2 timpi	2 timpi supra-alim.
Nr. şi aşezarea cilindrilor motorului	10 în „V"	6 în „V"	10 în linie	8 în linie	12 în linie	6 în „V"
Puterea pe cilindru, CP	100	175	119	137,5	100	225
Fiabilitate indicată de furnizor	8—10 000	8 000	—	10—12 000	20 000	—

şi încă un factor numit p r e s i u n e a m e d i e e f e c t i v ă. Presiunea medie efectivă este concepută şi utilizată la aprecierea puterii care este cedată de un motor oarecare.

Pentru definirea acestui parametru se face supoziţia că presiunea amestecului explozibil care acţionează asupra pistonului şi care se schimbă pe parcursul cursei devine, la un moment dat fixă, şi egală cu presiunea medie; apoi se simulează că presiunea medie pe piston este diminuată cu cantitatea necesară învingerii frecărilor; rezultatul este ceea ce noi numim presiune medie efectivă. Presiunea medie efectivă nu poate fi măsurată direct, însă poate fi uşor calculată din ecuaţia puterii nominale, dacă se cunoaşte turaţia, numărul şi caracteristicile geometrice ale asamblului cilindru-piston. Formula simplificată pentru calculul presiunii medii efective, corespunzătoare unui motor în patru timpi, este:

$$P_{me} = k\frac{N_n}{D^2 \cdot s \cdot Z \cdot n}, \frac{kgf}{cm^2} \qquad (16)$$

în care:

D este diametrul pistonului, cm;
S — cursa pistonului, cm;
Z — numărul cilindrilor;
n — turaţia motorului, rot/min;
N_n — puterea nominală a motorului, CP.

Aşadar, cînd se discută despre competitivitatea şi evaluarea generală a motorului, noţiunea de presiune medie efectivă este utilă şi semnificativă.

B.5. *Gradul de utilizare a volumului motorului*

Aceasta este o mărime caracteristică, care indică utilizarea masei motorului, ştiut fiind faptul că suma cilindreelor reprezintă, de fapt, elementul activ. Pentru calcul se întrebuinţează relaţia:

$$Gu = \frac{G_M}{\Sigma V_C} \qquad (17)$$

unde:

G_M este greutatea motorului, kg;
V_C — volumul cilindric fiecărui cilindru, l.

Acest indicator prezintă importanţă, îndeosebi pentru motoarele navale sau cu alte destinaţii unde volumul afectat maşinii de forţă este limitat.

B.6. *Presiunea specifică în lagăre*

Acest element depinde, în primul rînd, de suprafaţa lagărului principal aferentă fiecărui cilindru al motorului. Se precizează faptul că fiecărui cilindru îi mai revine şi suprafaţa lagărului bielei. Desigur că, presiunile specifice în lagăre vor atinge cotele maxime la sfîrşitul cursei de evacuare, aşa cum se evidenţiază pe secţiunea din figura 18. Apreciem demn de

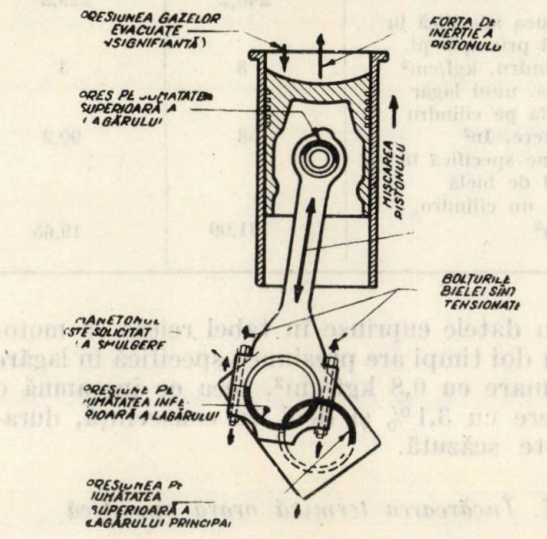


Fig. 18. Solicitările organelor motorului cauzate de inerţia pistonului la sfîrşitul cursei de evacuare.

reţinut faptul că forţele de inerţie cresc de patru ori dacă viteza motorului se dublează. Iată de ce, forţele de inerţie şi presiunile rezultate pe lagăre devin excesiv de mari dacă motorul are viteza prea ridicată. Considerăm semnificativ a arăta că numai o creştere cu 25% a vitezei nu va conduce numai la sporirea vitezei de frecare a pistoanelor şi lagărelor cu 25% însă, ceea ce este mai important, aceasta va genera creşterea forţelor de inerţie cu circa 56% şi odată cu aceasta şi o creştere corespunzătoare a presiunii specifice în lagăre şi a tensiunii în bolţurile bielei. Nu trebuie omis faptul că puterea limită este dictată de

posibilităţile arborelui de a rezista la momentul de torsiune, precum şi de capacitatea lagărelor de a disipa căldura de frecare dezvoltată de sarcină. Pentru motoare de puteri egale sau apropiate se preferă agregatul cu presiuni specifice în lagăre mai scăzute. Spre exemplificare redăm în tabelul 3 cîteva cifre relative în acest sens.

Tabelul 3

Agregat / Date constructive şi calculate	C.P. Nr. cil. Timpi	800 8 în „V" 4	800 6 în „V" 2
Diametru şi cursa, In	11 1/2×13		14×14
Turaţia max., rot/min	475		300
Puterea pe cilindru, CP	103,6		135
Presiunea medie efectivă, kgf/cm²	8,68		5,73
Nr. lagărelor principale	4		6
Dimensiunile lagărului principal Lungime × diametru, In	9×8 1/2		10 1/2×7
Suprafaţa lagărului pe cilindru de putere, In²	240,2		229,2
Presiunea specifică în lagărul principal pt. un cilindru, kgf/cm²	8		3
Dimens. unui lagăr de bielă pe cilindru de putere, In²	58		90,2
Presiune specifică în lagărul de bielă pentru un cilindru, kgf/cm²	31,09		19,65

Din datele cuprinse în tabel reiese că motorul în doi timpi are presiunea specifică în lagăre mai mare cu 0,8 kgf/cm², ceea ce înseamnă o creştere cu 3,1% şi deci, în consecinţă, durabilitate scăzută.

B.7. *Încărcarea termică orară specifică*

Aceasta este definită prin raportul:

$$k_{t_s} = \frac{Q_h \times H_i}{\Sigma A_p}, \frac{\text{kcal}}{\text{m}^2/\text{h}} \qquad (18)$$

reprezentînd mărimile:

Q_p este consum orar de combustibil, m³/h;
H_i — puterea calorică a combustibilului kcal/m³;
A_p — suprafaţa pistonului, m².

Semnificaţia indicatorului este dublă şi contradictorie, dat fiind faptul că din punctul de vedere al aprecierii performanţelor tehnice valoarea sa trebuie să fie cît mai mare, în schimb sub aspectul unei durabilităţi ridicate este de dorit să fie, pentru un acelaşi material, mai coborît. Încă o dată revine necesitatea documentării complete asupra materialelor şi tehnologiilor utilizate la execuţia motorului. Astfel, motoarele Dual-Fuel au durabilitatea industrială sporită cu peste 50%, datorită faptului că materialele utilizate sînt calitativ superioare (cămăşile cilindrilor cromate ş.a.), motoarele cu gaze de puteri echivalente.

B.8. *Randament şi consum de combustibil*

În tehnica motoarelor termice pe gaze, performanţele sînt evaluate după randamentul mecanic, randamentul termic indicat, randamentul termic global şi randamentul volumetric.

În transmiterea puterii dezvoltate de gaze în interiorul cilindrilor la arborele cotit intervin cîteva pierderi cauzate de fricţiunea segmenţilor pistoanelor pe pereţii cilindrilor, frecarea în diferite lagăre, lucrul mecanic de antrenare a pompelor mecanice ş.a. Aceste pierderi mecanice sînt substanţiale, iar cantitatea lor totală este arătată de randamentul mecanic care este raportul puterii la cuplă (de frînare) faţă de puterea indicată;

$$\eta_m = \frac{N_c}{N_i} \times 100. \qquad (19)$$

Randamentul mecanic depinde de turaţia, de construcţia motorului, modul de execuţie a diferitelor părţi ale motorului şi de condiţiile de funcţionare ca de pildă mărimea sarcinii, temperatura apei de răcire etc. Motoarele în doi timpi, în general, au un randament mecanic mai scăzut decît motoarele în patru timpi, datorită puterii absorbite de pompa de baleaj, pierderi parţial compensate în cazul motoarelor în patru timpi, de pierderile prin frecare din timpul cursei de aspiraţie. Un motor care funcţionează intermitent sub sarcină are un randament mecanic mai coborît decît un altul ce lucrează la puterea nominală, deoarece majoritatea pierderilor mecanice rămîn aproape constante fără deosebire de încărcare. În această situaţie, cînd sarcina descreşte, pierderile mecanice devin relativ mari. Din cele expuse reiese recomandarea de a exploata motoarele cît mai aproape de sarcina proiectată. Randamentul mecanic al majorităţii motoarelor Diesel, la plină sarcină, este de 70—85%.

Randamentul termic indicat este termenul folosit în cercetarea ştiinţifică şi în munca de laborator însă mai puţin în practica aprecierii de către beneficiarii motoarelor termice. În fond, randamentul termic indicat este raportul dintre lucrul mecanic cedat de gaze în cilindrii şi energia termică a gazelor intrate în cilindrii motori.

Randamentul termic global arată cît de eficient este transformată energia termică a combustibilului în putere la axul maşinii. Acesta ţine cont de pierderile din motor care sînt :

— pierderi termice — datorită transformării energiei calorice a combustibilului în presiune şi temperatură a gazelor arse în cilindru, pierderi prin transmisie ş.a.;

— pierderi mecanice — cînd puterea indicată este transformată în putere utilă la axul motorului.

Din motivele arătate randamentul termic general poate fi obţinut din produsul randamentului termic indicat cu randamentul mecanic sau din relaţia :

$$\eta_{tg} = \frac{N_{ef}}{Q_c} \times 100 \qquad (20)$$

unde :

Q_c este cantitatea de combustibil consumat.

Motoarele termice pe gaze supraalimentate au randamente termice generale ridicate însă dependente de mărimea agregatului şi gradul de încărcare. Astfel, un grup de 800 CP are $\eta_t = 32{,}5 \div 33{,}5$ ($\pm 4\%$), pe cînd o maşină similară de 1000 CP are $\eta_t = 35{,}5 \div 38{,}5$ ($\pm 4\%$). Motoarele termice moderne sînt dotate, pe lîngă turbosuflante care măresc presiunea de admisie a aerului, şi cu răcitoare, după procedeul Müller, care asigură scăderea temperaturii aerului cu 35—45°C şi creşterea greutăţii specifice. În acest fel sporeşte simţitor coeficientul de umplere, presiunea medie indicată, randamentul şi puterea efectivă, faţă de motoarele cu admisie naturală, avînd aceeaşi cilindree. De fapt, acest lucru este relevat de termenii relaţiei de calcul a puterii efective transcrisă sub forma :

$$N_e = k_t \cdot \eta_v \cdot \gamma \cdot n \cdot \eta_m \cdot \frac{\eta_i}{\alpha} \text{ CP} \qquad (21)$$

unde :

η_v este randament volumetric, % ;
n — turaţia motorului, rot/min ;
η_m — randament mecanic, % ;
η_i — randamentul indicat, % ;
α — coeficientul excesului de aer ;
γ — greutatea specifică a aerului, daN/ /cm³.

Consum specific de combustibil. Rezultatele măsurătorilor şi garanţiile motoarelor pe gaze sînt exprimate obişnuit în Nm³/CP h sau kcal/CPh. Parametrii care influenţează decisiv mărimea consumului specific sînt viteza şi momentul la ax. Menţinerea cuplului constant şi a vitezei variabile conduce la un minim de consum faţă de situaţia inversă.

Acest lucru este evidenţiat pe diagramele de consum ale unui motor cu gaze în doi timpi, de 1 350 CP, prezentate în figura 19. Rezu-

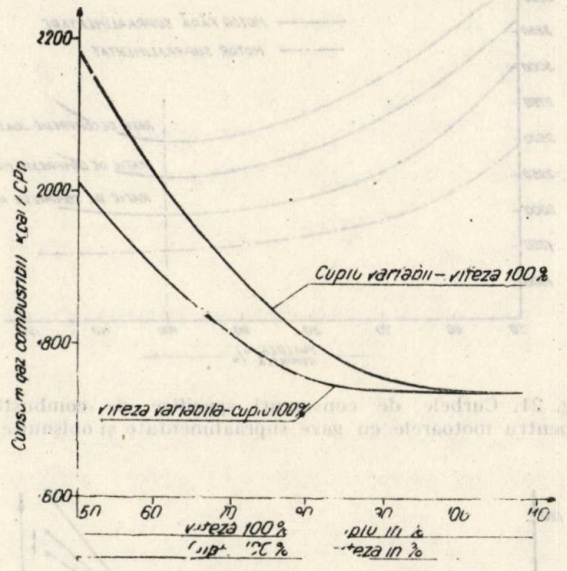


Fig. 19. Diagramele de consum ale unui motor cu gaze în funcţie la viteză constantă şi în funcţie de viteză la cuplu constant.

mativ, se poate spune că consumul specific de combustibil este esenţial influenţat de ciclul motorului. De altfel, în figura 20 sînt

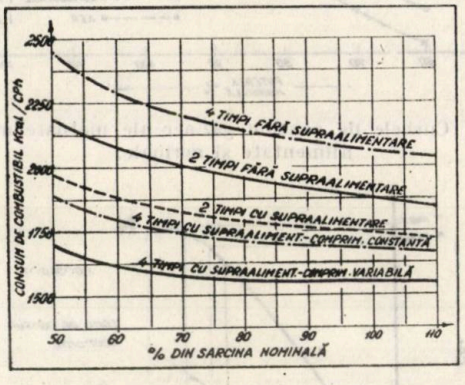


Fig. 20. Consumul de combustibil al motoarelor cu gaze.

înfăţişate consumurile specifice, în kcal/ /CPh, pentru principalele maşini utilizate în antrenarea compresoarelor cu piston.

În figurile 21 şi 22 sînt arătate consumurile de gaz şi de aer ale motoarelor supraalimentate, faţă de cele obişnuite. Se subliniază, în mod cu totul deosebit, faptul că consumul orar de combustibil prezintă o valoare economică corespunzătoare unei puteri efective economice, aşa cum se vede în figura 23.

Acest consum se plasează între cel minim şi consumul maxim. Este lesne de observat că de la o anumită valoare consumul de combustibil creşte foarte repede. Considerăm interesant de reţinut că în fond consumul economic

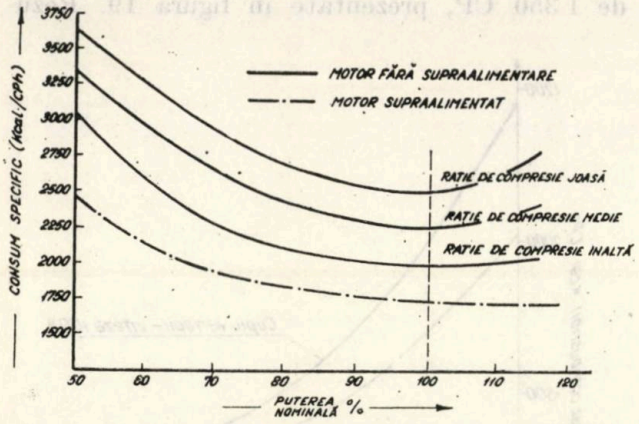


Fig. 21. Curbele de consumuri specifice de combustibil pentru motoarele cu gaze supraalimentate şi obişnuite.

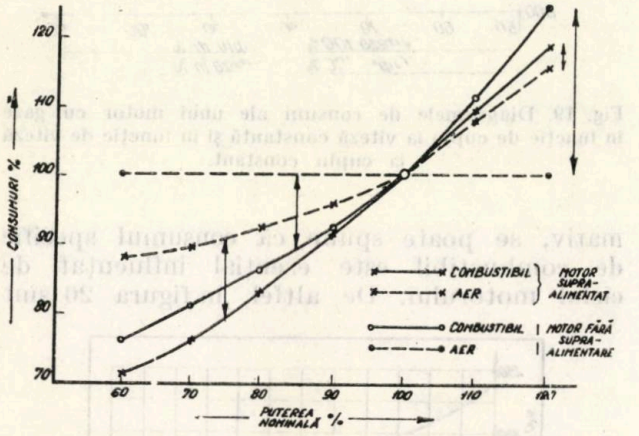


Fig. 22. Curbele de consum gaz-aer ale motoarelor supraalimentate şi normale.

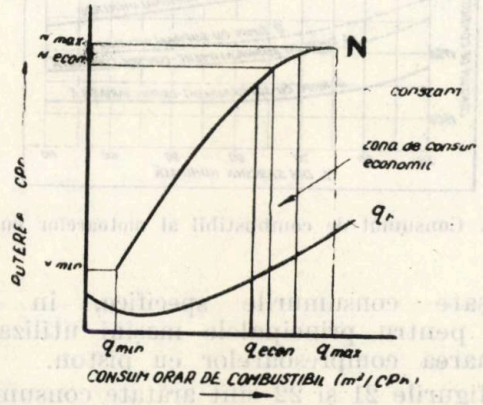


Fig. 23. Caracteristica generală de consum a unui motor cu combustie internă.

nu se rezumă la un anumit punct de funcţionare, ci la un domeniu, aşa cum s-a reprezentat simplificat în figura 23. De asemenea, apreciem că aceste diagrame trebuie întotdeauna predate viitorilor deţinători de constructorii respectivi, încă din faza precontractuală.

La motoarele de construcţie modernă sînt studiate noi sisteme de reglare a amestecului carburant, care ţin seama de variaţiile în timp ale puterii calorifice a gazului combustibil. În acest sistem sînt eliminate consumurile inutile de combustibil, care uneori ajung la 25%, fără a cauza modificări apreciabile ale performanţelor motorului. Randamentul termic ridicat şi consumul redus de combustibil al motoarelor termice se datoresc şi nivelului raportului de compresie din cilindrii de putere. Teoria indică, iar testele dovedesc, că cu cît scade temperatura gazelor în timpul cursei active (datorită unei destinderi pronunţate), raţia de comprimare creşte).

Prin urmare putem afirma că, îmbunătăţirea randamentului pe seama compresiei ridicate nu se datoreşte propriu-zis acesteia, ci expansiei mai complete, care transformă mai multă energie termică a combustibilului în lucru mecanic.

Pentru a da o idee numerică asupra relaţiei dintre raportul de compresie şi eficienţa termică, în tabelul 4 se indică rezultatele calculului pentru diferite raporturi de compresie.

Tabelul 4

Raport de compresie, r	Rand. termic, %	Raport de compresie, r	Rand. termic %
3	34,3	12	59,4
4	41,0	14	61,2
6	48,9	16	62,8
8	53,5	18	63,9
10	56,9		

Este bine de observat că, la început, creşterea randamentului termic este rapidă, însă cîtimile de sporire descresc pe măsură ce raportul de compresie creşte prea mult. Acesta constituie un argument decisiv în a nu se pune preţ mare pe rapoartele de compresie excesiv de ridicate. Puţine motoare Diesel transformă mai mult de jumătate din căldura conţinută în combustibilul cu care sînt alimentate în energie gazoasă existentă în cilindrii sau putere indicată.

În tabelul 5 se arată distribuţia energiei termice într-un motor Diesel tipic cînd funcţionează în plină sarcină.

Motoarele, avînd diferite destinaţii şi mărimi, variaţiile vor putea fi considerabile faţă de mărimile indicate. Căldura „pierdută" este importantă pentru următoarele motive :

a) o parte din căldura eşapată poate fi recuperată şi utilizată în scopuri de încălzire a spaţiului interior sau preîncălzire a apei de răcire în timpul iernii ;

Tabelul 5

Destinația căldurii	kcal/CPh	Procentaj din căldura combustibilului
Putere utilă	641	33
Frecări	171	9
Încălzirea apei de răcire	529	27
Căldura cedată gazelor eșapate	555	28
Radiații	64	3
TOTAL:	1960	100

b) căldura absorbită de pereții metalici ai cilindrilor nu trebuie să fie în exces; în caz contrar anumite părți ale mașinii pot arde sau crăpa;

c) căldura gazelor eșapate tinde să ardă supapele motoarelor în patru timpi sau ferestrele de baleaj pentru evacuare ale motoarelor în doi timpi.

B.9. *Consumul de lubrefiant*

Acesta depinde, în cea mai mare măsură, de tipul motorului. Spre exemplu, în cazul motoarelor în patru timpi, supapa de evacuare este situată în capul cilidrului, iar gazul scăpat trece peste segmenții pistonului în blocul motor. Totodată, ciclul în patru timpi provoacă o presiune reversibilă pe segmenții pistonului care rupe filmul uleiului de ungere. Scăpările de ulei și eventualele contaminări impun golirea, curățirea și înlocuirea cu ulei proaspăt la fiecare 2 000 — 3 000 ore de serviciu, în funcție de calitatea uleiului folosit.

Una din cauzele funcționării motoarelor în patru timpi cu temperaturi înalte ale apei de răcire este să mențină îndeajuns de fierbinți fracțiile ușoare din gazul combustibil, pentru a preîntîmpina contaminarea băii de ulei. În plus, motorul în patru timpi are suprafața cilindrilor, care trebuie unsă, dublă, însă acest proces decurge la o temperatră ceva mai coborîtă decît se obține la motorul în doi timpi. Luîndu-se în considerație indicațiile firmelor specializate, consumul de ulei pe mia de metri cubi gaze comprimate este aproape dublu (cu 60 — 75% mai ridicat) atunci cînd ne referim la motocompresoare acționate de motoare în doi timpi. Consumul inițial de lubrefianți este sensibil apropiat pentru motoarele în patru timpi din aceeași clasă însă, în multe cazuri, apar diferențe apreciabile după primul ciclu de exploatare.

B.10. *Valoarea de investiție*

Nu există o formulă consacrată prin care să se stabilească costul unui anumit tip de compresor față de altul. Dacă debitul, presiunea, exponentul adiabatic și alți factori sînt aceiași, atunci greutatea specifică a gazului poate influența costul unui compresor centrifugal însă va avea un efect redus asupra costului compresoarelor cu piston. Costul unui CPh dezvoltat de un compresor în perioada de serviciu este puternic influențat de valoarea de achiziție. Cu toate acestea este foarte posibil ca o mașină, avînd eficiența ridicată, să reclame cheltuieli de instalare mari, dar economia de putere realizată de-a lungul anilor de serviciu să acopere repede diferența, iar în continuare, pînă la atingerea durabilității prescrise, să asigure rentabilitatea. Iată de ce, în ultima vreme, sînt preferate motoarele cu puteri unitare mari și cu sisteme de automatizare optimizate.

B.11. *Costul întreținerii*

Acesta apare ca o problemă numai atunci cînd trebuie estimat în vederea aprecierii economicității anticipate a mai multor modele aparținînd aceluiași gen de utilaj. Abordarea acestei chestiuni aici este justificată prin aceea că motorul de antrenare absoarbe volumul principal al materialelor și pieselor de schimb. Pentru stabilirea proporției cu care participă cheltuielile de întreținere la costul general al exploatării este uzitată relația.:

$$C_{tex} = (V_{mp} \times P_{me})^n, \frac{\text{lei}}{\text{CP an}} \qquad (22)$$

în care:

V_{mp} este viteza medie a pistonului, cm/s;
P_{me} — presiunea medie efectivă, kgf/cm²;
n = 2 ÷ 2,5, în funcție de experiență și condițiile de funcționare.

Unii autori denumesc produsul $V_{mp} \cdot P_{me}$ — densitate a puterii. Utilitatea relației de mai sus se va arăta prin evidențierea costurilor de întreținere probabile care pot surveni în cazul a două motoare de puteri egale, ale căror caracteristici sînt redate în tabelul 6

Tabelul 6

MOTOR	A	B
Putere, CP	800	800
Tipul motorului	2 timpi	4 timpi
Turația, rot/min	300	450
Alezaj × cursă, min	355,6 × 355,6	292,1 × 330
Nr. cilindrilor	6 în „V"	8 în „V"
Presiune medie efectivă, kgf/cm²	5,73	8,88
Viteza medie a pistonului, cm/s	356	495

Pentru o evaluare comparabilă a cheltuielilor de întreţinere-exploatare se determină, considerînd $n = 2$, raportul:

$$\frac{C_{iex}\ \text{motor}\ B}{C_{iex}\ \text{motor}\ A} = \left(\frac{495 \times 868}{356 \times 5{,}73}\right)^2 = 4{,}4$$

$$C_{iex}\ \text{motor}\ B \cong 4{,}4\ C_{iex}\ \text{motor}\ A.$$

Acelaşi procedeu se aplică şi în cazul comparării a două motoare de acelaşi tip. În acest scop au fost selecţionate motoarele ale căror caracteristici sînt cuprinse în tabelul 7

Tabelul 7

MOTOR	*A*	*B*
Putere, CP	1 000	1 100
Tipul motorului	4 timpi	4 timpi
Turaţia, rot/min	475	900
Alezaj × cursa, mm	292,1 × 330,2	254 × 267
Număr cilindri	10 în „V"	8 în linie
Presiune medie efectivă, kgf/cm²	8,7	10,3
Viteza medie a pistonului, cm/s	522,8	801

$$\frac{C\ \text{expl. motor}\ D}{C\ \text{expl. motor}\ C} = \left(\frac{(801 \times 10{,}3}{522{,}8 \times 8{,}7}\right)^2 = 3{,}24.$$

Aşadar, costurile de exploatare ale motorului cu turaţie ridicată sînt mai mult decît triple faţă de cele reclamate de un motor de viteză medie.

C. ANSAMBLUL MOTOR CU GAZ – COMPRESOR CU PISTON

Tratarea unor parametri şi mărimi caracteristice întregului ansamblu a izvorît din faptul că agregatele motocompresoare destinate gazelor naturale sînt executate în cîteva variante constructive şi anume:

— motor cu gaz sau Dual-Fuel cuplat direct sau prin reductor cu compresorul de gaze care poate avea batiu independent sau comun;

— motor cu gaz în doi sau patru timpi cu cilindrii dispuşi în linie sau „V" încorporat cu cilindrii compresori alcătuind un agregat monobloc;

— motor electric de antrenare aşezat pe aceeaşi infrastructură cu batiul compresorului avînd cilindrii multipli.

În aceste situaţii apar consumuri comune (apă, energie electrică, şi aer), iar pe de altă parte exploatarea conjugată a celor două părţi distincte care, în fapt, formează un tot unitar, implică cunoaşterea anticipată a unor mărimi cum sînt: indicele de utilizare, costul unui CPh dezvoltat, consumul de putere şi costul pe 1000 Nm³ gaze comprimate, gradul de încărcare, factorul de disponibilitate, coeficientul de continuitate, posibilităţi de automatizare, gabarite şi greutăţi specifice, fundaţii, condiţii de transport-montaj ş.a.

C.1. *Grad de încărcare*

În ideea utilizării depline a puterii instalate, o importanţă aparte prezintă valoarea reală a gradului de încărcare, care caracterizează funcţionarea agregatului faţă de puterea şi capacitatea sa disponibilă.

Acest indicator de exploatare intensivă a maşinii se determină, încă din faza de proiectare, pentru întreaga perioadă a procesului deservit sau pentru intervalul de timp în care se cunosc evoluţiile datelor de producţie.

Determinarea încărcării agregatelor din cadrul unei viitoare staţii de comprimare, în funcţie de debitul corespunzător unei anumite raţii, are la bază formula de calcul a puterii exprimate în forma:

$$N_{ef} = k\,\frac{x}{x-1}\cdot\frac{P_a \cdot V_a}{75 \cdot 3600}\cdot\frac{1}{\eta_m}\left(\pi^{\frac{x-1}{x}} - 1\right)\frac{1}{\eta_v}, \text{CP} \quad (23)$$

în care, faţă de relaţia (4), apar noi elemente:

k — coeficient pentru unităţile de măsură;

V_a — volumul gazelor în condiţii de aspiraţie, m³/h;

η_v — randamentul volumetric.

Gradul de încărcare se calculează cu relaţia:

$$G\ înc = \frac{\Sigma\,(N_{ef} \times O_f)}{N_{nom} \times O_f} \times 100,\ \% \quad (24)$$

în care:

N_{ef} este puterea medie efectivă dezvoltată în perioadele active, determinată prin calcul sau folosind monograma maşinii;

N_{nom} — puterea nominală cu corecţia de altitudine, temperatură atmosferică şi a regimului de încărcare;

O_f — ore de funcţionare.

În exploatarea de durată, grupurile gazomotocompresoare de puteri şi viteze medii au un grad de încărcare cuprins între 83 şi 97%, iar în cazurile cînd rezerva caldă este eliminată, aplicînd măsuri speciale de întreţinere, se ajunge la 100—106%. În primul an de serviciu agregatele existente în schelele de extracţie a gazelor naturale au atins încărcări de 80 la 96,7%.

Linia modernă în alegerea utilajelor din cadrul staţiilor de comprimare constă în aceea că sînt preferate agregatele care pot fi supra-

încărcate (de obicei de puteri ridicate), renunțîndu-se și la rezerva rece. Bineînțeles că, în aceste condiții, trebuie respectate, cu rigurozitate, indicațiile sau graficele de revizii-reparații, iar piesele și subansamblele înlocuite vor conduce la sporirea cheltuielilor de exploatare și deci a costului general al comprimării. Adoptarea sistemului expus este de neconceput fără o aprovizionare ritmică cu materiale și piese de schimb.

C.2. *Factor de disponibilitate*

Acesta este cunoscut adesea sub numele de „disponibilitate" și se definește ca timpul din decursul unui an în care motocompresorul este apt și disponibil pentru funcționare, raportat la fondul de timp calendaristic al anului (8 760 ore) și este exprimat în procente. Mărimea factorului de disponibilitate se stabilește aplicînd relația :

$$Fd = \frac{O_c - (O_{sn} + O_{sv})}{O_c} \times 100, \ \% \qquad (25)$$

unde :

O_c reprezintă ore calendaristice;
O_{sn} — ore de staționare, opriri și întreruperi neprevăzute;
O_{sv} — ore de staționare și opriri voite pentru revizii sau alte operații planificate.

Grupurile gazomotocompresoare de pe structurile gaziere din țara noastră au realizat factori de disponibilitate lunară cuprinși între 66 și 99,73%.

Atît agregatele dotate cu motoare în patru timpi, cît și cele echipate cu motoare pe gaze în doi timpi cu sau fără supraalimentare realizează disponibilități maxime în condițiile :

— stabilirea și aplicarea unor metode de maximă eficiență pentru depistarea și remedierea rapidă a defecțiunilor ;

— instruirea personalului de exploatare în vederea executării unor lucrări de întreținere de bună calitate ;

— completarea cunoștințelor cadrelor de conducere operațională asupra mașinilor introduse în exploatare așa încît, să se comande parametrii funcționali la nivelul posibilităților optime ;

— acoperirea permanentă și la nivelul necesităților cu piese de schimb.

Acest factor mai este influențat de numărul unităților de același tip care asigură un volum sporit al pieselor interschimbabile și de experiența dobîndită în manevrarea și utilizarea agregatelor. Tehnica actuală admite pentru motocompresoarele acționate de motoare în patru timpi factori de disponibilitate cuprinși între 98,3 și 99,8 %, în timp ce pentru cele antrenate de motoare în doi timpi 92 la 93%. Ilustrarea importanței factorului de disponibilitate reiese din efectul economic. Astfel, în decursul unui an, diferența de 7 % înseamnă 26 zile de indisponibilitate. Admițînd un debit de circa 40 000 Nm^3/h, rezultă că în decursul unui an apare un deficit de gaze nelivrate egal cu 260 × 24 × 40 000, ceea ce înseamnă 25 · $\cdot 10^7$ Nm^3. Dacă costul gazului este 200 lei/ /1000 m^3, înseamnă că anual și o singură unitate poate pierde circa 5 mil. lei.

Sînt cunoscute cîteva „recorduri" [1] în funcționarea de durată a compresoarelor cu piston :

— 17 agregate gazomotocompresoare cu puterea unitară de 2 000 CP și presiunea de refulare de 63 kgf/cm^3 (trei etaje) au funcționat neîntrerupt 6 luni de zile, într-o stație intermediară de pe o conductă de transport. În urma reviziei, din cele 784 supape de pe cilindrii compresori au fost depistate numai două supape cu defecțiuni ;

— un compresor de 125 CP, (dublu etajat) cu presiunea de refulare de 7 at a funcționat 30 000 ore fără defecțiuni de supape și 60 000 ore fără deficiențe la lagăre.

C.3. *Coeficient de utilizare*

Acesta este definit prin raportul dintre orele de funcționare și orele planificate de funcționare. Valoare admisă pe plan mondial este situată între 82 și 93,6%.

Specific industriei gaziere din R.S.R. sînt stațiile și implicit grupurile de comprimare aferente acoperirii vîrfurilor de consum sezonier. Această situație particulară, face ca timpul planificat să coincidă cu fondul de timp calendaristic al anotimpului rece, iar valoarea indicatorului amintit să ajungă uneori la 100% dar adesea, în cazurile de avarii sau accidente tehnice, coboară mult sub limita inferioară susindicată, situîndu-se la jumătate.

C.4. *Grad de continuitate*

Se definește cu ajutorul relației

$$G_c = \frac{O_{sd} + O_f - O_{sn}}{O_p} \times 100 \qquad (26)$$

n care :

O_{sd} reprezintă ore staționare disponibil;
O_p — ore planificate de funcționare.

Valorile indicatorului definit anterior sînt foarte ridicate pentru agregatele moderne; în frecvente situații ajung la cote înalte, situîndu-se între 92,8 și 99,75%.

Gradul de continuitate prezintă o importanţă deosebită pentru agregatele care deservesc procese tehnologice în flux sau asigură alimentarea cu combustibil şi materie primă a unor industrii. Grupurile de comprimare din schelele de extracţie au realizat continuităţi de 92,11 la 99,70% faţă de orele planificate care, în fond, sînt chiar orele calendaristice. În cazurile producerii unor accidente tehnice sau alte defecţiuni dublate de lipsa din stoc a pieselor de schimb respective indicatorul scade vertiginos.

C.5. *Posibilităţi de automatizare*

Agregatele de comprimare, indiferent de tipul acţionării, necesită protecţie în funcţionare. Pînă nu de mult, acestea erau asigurate de un operator care se străduia să acorde fiecărui grup, în timpul marşului, atenţia cuvenită. Instalarea motocompresoarelor în număr tot mai mare, în zone greu accesibile sau îndepărtate, montajul grupurilor „package", rentabilizarea maximă a procesului şi creşterea continuă a productivităţii muncii au creat nevoia introducerii unor sisteme de reglaj care să ofere, în cel mai înalt grad, siguranţa şi protecţia utilajelor comandate local sau de la distanţă. Nivelul reglajului utilizat în industrie variază de la sistemele manuale simple la sistemele de mare complexitate, sub controlul calculatoarelor electronice la care se asociază foarte puţină iniţiativă umană. Principalele trepte ale reglajului sînt reprezentate de următoarele categorii ale procesului de automatizare :

1. Reglaj manual.
2. Comenzi secvenţionale.
3. Măsurarea şi reglajul parametrilor variabili.
4. Decizie şi reglaj prin acţiunea unei logici computerizate.
5. Reglaj optimizat.

1. Reglajul manual are la bază existenţa unor instrucţiuni de serviciu precise. Totodată, reglajul depinde de o serie de decizii luate de operator. Pentru procesele relativ simple sistemul s-a dovedit acceptabil.

2. Comanda secvenţională şi reglajul automat al unei game restrînse de parametri presupune existenţa unui echipament automat programat după o instrucţiune. Acest sistem se întîlneşte în două variante :

2.1. Comanda este dispusă local de un operator ca, de exemplu, demarajul unui grup motocompresor.

2.2. Secvenţa este comandată de la distanţă cum este cazul pornirii şi reglajului unui grup(uri) electrogen de siguranţă sau motocompresor de vîrf.

3. Măsurarea, supravegherea şi reglajul parametrilor variabili într-un proces tehnologic este fundamentat pe examinarea datelor furnizate de sistemul de măsură după care operatorul, pe baza celor mai bune raţionamente, face ajustarea mărimilor pentru obţinerea performanţelor maximale. Reglajul poate urmări sarcina compresorului pentru a menţine presiunea constantă sau turaţia motorului, aşa încît presiunea de refulare şi debitul gazului să satisfacă cerinţele procesului. Acest reglaj se poate efectua în trepte sau continuu, în care caz acţiunea corectivă este proporţională cu abaterea variabilei de la mărimea impusă.

Exceptînd funcţia arătată, într-un sistem complex, reglajul include şi anumite controale protective necesare pentru a integra echipamentul în proces. Parametrii variabili care depăşesc limitele impuse sînt semnalaţi prin lumină sau sirenă de alarmă. O treaptă superioară constă în înregistrarea mărimii variabilelor specifice.

Caracteristica sistemului constă în aceea că inteligenţa operatorului utilizează datele disponibile pentru îmbunătăţirea funcţionării.

4. Decizia şi reglajul prin acţiunea unei logici de control se realizează prin sisteme care să preia acţiuni selective în urma evenimentelor din proces. Un exemplu de decizie logică este aplicat la grupurile din cadrul staţiilor de compresoare cu piston. Circuitul logic furnizează metoda de a menţine constantă presiunea de refulare a staţiei, pornind şi oprind agregate. Circuitul logic alege un anumit grup pentru pornit-oprit, ţinînd seama de anumiţi factori cum sînt :

a) disponibilitatea efectivă a grupului (funcţionează în prezent, oprit şi disponibil sau oprit şi indisponibil).

b) ore de funcţionare efectuate de diferite grupuri (alegere bazată pe minimul de ore de funcţionare contorizate).

5. Reglaj optimizat constituie ultimul nivel în materie de automatizare. Sistemul este conceput pentru a autoexamina propriile performanţe şi reglarea parametrilor în vederea îmbunătăţirii randamentului general. Principalele etape ale sistemului sînt :

5.1. Automatizarea secvenţelor procesului.

5.2. Protecţia completă împotriva condiţiilor anormale.

5.3. Reglajul continuu sau altfel spus rereglarea pentru a optimiza parametrii primari la cote maxime.

Prin elementele sale, sistemul palpează modificările variabilelor, anticipează o serie de schimbări ce vor rezulta şi execută reglajele procesului pentru a optimiza performanţele. Comenzile optimizate în forma lor cea mai simplă pot maximaliza sau minimaliza un parametru primar. Sînt multe domenii în care menţinerea randamentului maxim al instalaţiei, în condiţii de lucru variabile, determină importante eco-

nomii de costuri de exploatare. Un caz tipic îl reprezintă motocompresoarele din cîmpuri la care reglajele sînt adesea manuale. Ideea este de a menține, în condițiile presiunii de refulare variabilă, sarcina maximă a motorului. Aplicabilă la motoarele în 4 timpi optimizarea, în limitele posibilităților dispozitivelor de reglaj, va menține la arbore un moment de torsiune constant. Pornind de la faptul că produsul cuplu-turație și o constantă ne dă puterea, reiese că o sarcină aproximativ constantă se poate menține pentru orice turație. Aceasta permite funcționarea unui număr minim de grupuri dintr-o stație, pentru a obține producția dorită. Uneori sistemul de optimizare include și funcțiuni de computere. Ca o remarcă aparte este costul extrem de ridicat al echipamentelor de optimizare care uneori ajung la 30—40% din valoarea agregatelor. Indiferent de sistemul de reglaj adoptat, mecanismele și aparatajele componente pot fi pneumatice, electrice sau hidraulice. Amestecurile explozibile probabile din încăperi necesită aparataj electric antigrizutos ceea ce scumpește și mai mult costul instalațiilor. Iată de ce beneficiarii agregatelor de comprimare preferă instalațiile pneumatice și reducerea la minimum a aparaturii electrice.

C.6. *Gabarite, greutăți și coeficienți de utilizare a spațiului halei și suprafeței construite*

Forma și mărimea spațiului disponibil la sol influențează cîteodată alegerea compresoarelor. Nu întotdeauna sînt posibilități de modificare a proiectului sau de aranjare ulterioară așa încît dimensiunile spațiului disponibil se comunică anticipat furnizorilor.

În general, cerințele fundațiilor necesare motocompresoarelor sînt elevate față de cele ale mașinilor dinamice. Caracteristicile fundațiilor sînt dependente de gradul de preasamblare uzinală (montaj pe sanie, „package", ș.a.) precum și de greutatea totală a instalației.

În afara celor arătate, gabaritele și greutățile influențează hotărîtor asupra posibilităților de transport, posibilități care depind de distanță, starea și razele de curbură minime ale căilor rutiere, existența unor vagoane sau remorci, care să permită încărcarea și transportul utilajelor agabaritice, mijloace de ridicat de tonaj corespunzător etc. În afara acestora mai sînt luate în considerație coeficientul de utilizare a suprafeței construite (CP/m^2) și coeficientul de utilizare a volumului realizat (CP/m^3).

CONCLUZII

Sintetizînd materialul prezentat putem concluzia că alegerea agregatelor de comprimare trebuie să se fundamenteze pe trei grupe de criterii și anume: valoarea generală de investiție, indicatori și costuri unitare de exploatare și caracteristicile tehnice ale utilajului. Se consideră ca elemente principale care trebuie cunoscute sau determinate în cadrul criteriilor enunțate, următoarele.

I. *Valoarea generală a investiției*

I.1. Cheltuielile de achiziție și montaj.
I.2. Costul unui CP instalat.
I.3. Raportul CP instalat/kg material (metal).
I.4. Costul unei tone de utilaj montat.
I.5. Valoarea raportului CP/m^2 suprafață construită.
I.6. Valoarea raportului CP/m^3 volum realizat.
I.7. Timp de montaj — rodaj și probe tehnologice.

II. *Indicatori și costuri unitare de exploatare*

II.1. Grad de încărcare antecalculat.
II.2. Factor de disponibilitate.
II.3. Coeficient de utilizare.
II.4. Indice de continuitate.
II.5. Costul anual al unui CP/h dezvoltat.
II.6. Costul unui milion m^3 gaze comprimate.
II.7. Costurile generale de exploatare și întreținere.

III. *Caracteristicile tehnice ale agregatului*

III.1. Capacitate de comprimare.
III.2. Randament volumetric.
III.3. Viteza medie a pistonului compresor.
III.4. Puterea necesară comprimării.
III.5. Posibilități de reglaj al capacității.
III.6. Fiabilitatea cilindrilor compresori și a motorului.
III.7. Consumuri specifice.
III.8. Puterea nominală și puterea medie pe cilindru motor.
III.9. Indicatorul de forțare.
III.10. Presiunea medie efectivă.
III.11. Grad de utilizare a volumului motorului.
III.12. Viteza medie a pistonului de putere.
III.13. Presiunea specifică în lagăre.
III.14. Încărcarea termică orară specifică.
III.15. Calitățile materialului de bază al părților solicitate termic.
III.16 Randament termic.
III.17. Calitatea uleiului.

★

Activitățile din industria gazieră se află în fața unei game de noutăți în construcția grupurilor gazomotocompresoare tot mai diversificate, iar problemele selecției devin tot mai acute. Actualmente, sortimentul excesiv a devenit o caracteristică a tehnicii moderne. Politica de selecție, conform căreia opțiunile

ţin seama numai de avantajele economice imediate ale investiţiei, se dovedeşte periculoasă şi insuficient clarificată.

Astăzi, pentru a alege în domeniile tehnologice, avem nevoie de criterii multilateral fundamentate şi mult mai subtile. Direcţionalul atenţiei trebuie să-l constituie perspectiva în timp a utilajului, privit în ansamblul ramurii respective, precum şi racordarea calităţilor sale intrinsece cu procesul de extracţie sau transport gaze, astfel încît să se evite orice posibilitate de dezastru prin accidente tehnice.

O altă trăsătură caracteristică datorată tot sortimentului extraordinar de agregate de acelaşi tip rezidă în aceea că alegerea maşinilor, procedeelor, tehnologiilor şi sistemelor de automatizare trebuie să se facă pe cît posibil în bloc, adică pe bază de module, nu individual. Altfel spus, se impun supradecizii care, după elaborarea unor studii complexe, să definitiveze pentru prezent şi viitor, tipul optim de grup motocompresor.

Nu trebuie uitat că în extracţia şi transportul gazelor, ca de altfel în toate domeniile de activitate sîntem puşi în faţa unei avalanşe de noutăţi. În consecinţă, complexităţile selecţiei devin de-a dreptul ameninţătoare cu tendinţe de empirism economic, tendinţe ce trebuie stăvilite şi înlocuite cu criterii tehnico-economice eficiente acum, cît şi în viitor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Charles W. Gibbs *Compressed air and gas data.*

[2] E. J. Kates. *Diesel and high compression gas engines.* American Technical Society Chicago, 1972.

[3] M. Bucur. *Mărimi caracteristice ale compresoarelor cu piston* Revista Motoare, compresoare, ventilatoare şi pompe, Vol. III. 1971.

[4] T. Albone şi B. W. Ritcey *New tends in design and construction of compresor stations and gas measurement facilities"* 12 th World Gas Conference, Nice 1973.

[5] * * * Natural Gas Processors Suppliers Association „Engineering Data Book", Tulsa 1966.

[6] * * * Pipe Line News, nr. 6, 1968 p. 33—38.

[7] * * * Fuel Gas Engineering Practices „Gas Enginers Handbook" The Industrial Press, New York 1966.

[8] * * * Techniques de l'air comprimé, nr. 58, mai 1971.

Prof. dr. doc. **I. Constantinescu** şi şef lucr. dr. ing. **Al. Florea**

Institutul de Mine Petroşani

Cercetări asupra vibraţiilor longitudinale ale sfredelelor în cazul perforatoarelor percutante

Funcţionarea perforatoarelor percutante, ca de altfel şi a celor roto-percutante, se bazează pe fenomenul de ciocnire care are loc între piston şi sfredel, pe de o parte, şi între tăiş şi rocă, pe de altă parte. Transmiterea la tăiş a energiei rezultate în urma ciocnirii dintre piston şi sfredel are loc sub forma unor unde longitudinale.

Admiţînd o serie de ipoteze simplificatoare, ecuaţia diferenţială a vibraţiilor longitudinale ale sfredelului, care reprezintă legea de variaţie a deplasării u a unei secţiuni oarecare, funcţie de poziţia x a secţiunii şi de timpul t (viteza undei fiind notată cu c), va avea forma :

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0. \qquad (1)$$

Pentru rezolvarea ecuaţiei (1) se cunosc mai multe metode dintre care face parte şi aceea cu ajutorul undelor progresive. Această metodă constă în alegerea unei soluţii, a ecuaţiei (1), de forma :

$$u = f(x - ct) + g(x + ct). \qquad (2)$$

Prin derivarea ecuaţiei (2) se pot obţine deformaţia ε, efortul σ şi viteza particulei v. Considerînd că unda se deplasează numai într-un sens, rezultă:

$$\sigma = \rho c v \qquad (3)$$

unde : ρ este densitatea materialului.

Dacă unda de deformaţie în drumul ei întîlneşte o discontinuitate de arie şi de material, ca în exemplul din figura 1, condiţiile care trebuie satisfăcute sînt cele din ecuaţiile 4

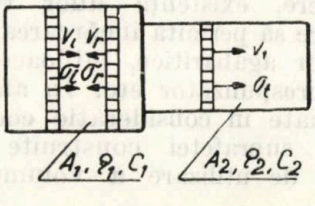


Fig. 1. Vitezele şi tensiunile în cazul unei discontinuităţi de arie a unui piston.

$$A_1(\sigma_i + \sigma_r) = A_2\sigma_t$$
$$V_i - V_r = V_t \qquad (4)$$

unde indicii i, r și t se referă la undele incidente, reflectate și de transmitere, A_1, A_2 fiind ariile secțiunilor respective:
Ținînd seama de relația (3 vom avea:

$$\begin{aligned} \sigma_i &= \rho_1 c_1 v_i \\ \sigma_r &= \rho_1 c_1 v_r \\ \sigma_t &= \rho_2 c_2 v_t. \end{aligned} \tag{5}$$

Din ecuațiile (5) vor rezulta tensiunile reflectate și de transmitere:

$$\begin{aligned} \sigma_r &= \sigma_i \cdot R \\ \sigma_t &= \sigma_i \cdot T \end{aligned} \tag{6}$$

în care R și T reprezintă coeficienții de reflexie și de transmitere a căror expresii sînt:

$$R = \frac{A_2\rho_2c_2 - A_1\rho_1c_1}{A_2\rho_2c_2 + A_1\rho_1c_1} \text{ și } T = \frac{2A_1\rho_2c_2}{A_2\rho_2c_2 + A_1\rho_1c_1}. \tag{7}$$

După cum se observă din ecuațiile (7), coeficienții de reflexie și de transmitere depind de dimensiunile geometrice și de felul materialului corpurilor care se ciocnesc. În cazul cînd secțiunile sînt din același material, coeficienții de reflexie și de transmitere vor depinde numai de ariile secțiunilor transversale.

În cazul ciocnirii dintre un piston și un sfredel (fig. 2), expresiile coeficienților de reflexie și de transmitere sînt cele din tabelul 1.

În urma ciocnirii dintre piston și sfredel iau naștere tensiunile P_1(piston) și s_1 (sfredel) a căror expresii sînt de forma:

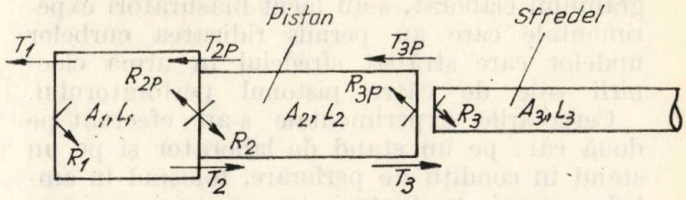


Fig. 2. Distribuția coeficienților de reflexie și de transmitere.

$$P_1 = \frac{v \cdot E}{c} \frac{A_3}{A_2 + A_3}$$

$$s_1 = \frac{v \cdot E}{c} \frac{A_2}{A_2 + A_3}. \tag{8}$$

Pe baza relațiilor de mai sus se pot determina curbele de tensiune în funcție de timp. Pentru a simplifica calculele teoretice și a mări precizia curbelor tensiunii în funcție de timp a undei de deformație care se deplasează în sfredel, ca urmare a ciocnirii acestuia de către piston, se poate întocmi un program pe calculator.

Pentru datele caracteristice ale unor perforatoare percutante fabricate de intreprinderea „Independența" din Sibiu, cu ajutorul unui program în Fortran s-au ridicat curbele $\sigma = f(t)$ care sînt arătate în figura 3.

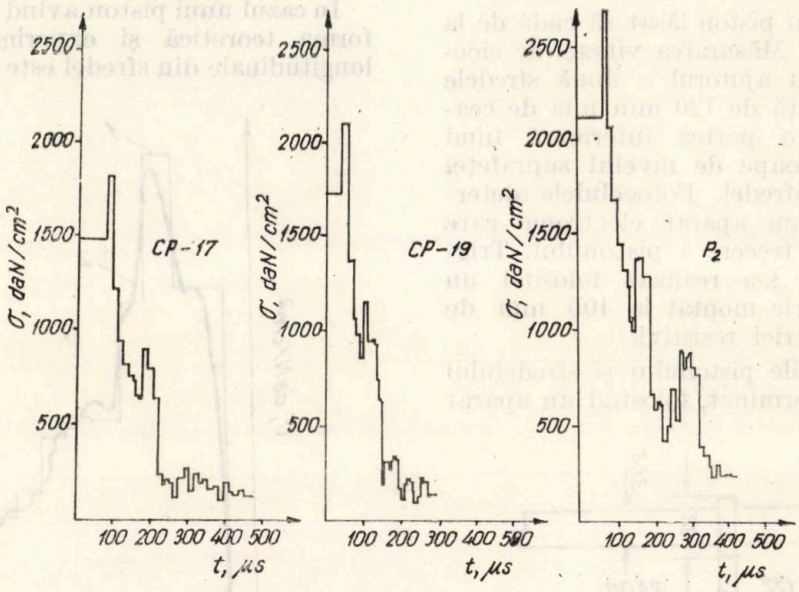


Fig. 3. Forma undelor teoretice longitudinale din sfredel.

Tabelul 1

Coeficienții de reflexie	$R_1 = -1$	$R_2 = \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2}$	$R_{2p} = \frac{A_2 - A_1}{A_1 + A_2}$	$R_3 = \frac{A_2 - A_3}{A_2 + A_3}$	$R_{3p} = \frac{A_3 - A_2}{A_2 + A_3}$
Coeficienții de transmitere	$T_1 = 0$	$T_2 = \frac{2A_1}{A_1 + A_2}$	$T_{2p} = \frac{2A_2}{A_1 + A_2}$	$T_3 = \frac{2A_2}{A_2 + A_3}$	$T_{3p} = \frac{2A_3}{A_2 + A_3}$

Pentru verificarea metodei teoretice de calcul a formei curbelor undelor de deformaţie, cu alte cuvinte a relaţiilor de calcul şi a programului elaborat, s-au făcut măsurători experimentale care au permis ridicarea curbelor undelor care străbat sfredelul în urma ciocnirii sale de către pistonul perforatorului.

Cercetările experimentale s-au efectuat pe două căi : pe un stand de laborator şi pe un stand în condiţii de perforare, folosind în ambele cazuri traductori tensometrici rezistivi montaţi pe sfredel.

În figura 4 este arătat principiul de măsurare a undelor ce străbat sfredelul în urma ciocnirii sale de către un piston lăsat să cadă de la o înălţime oarecare. Măsurarea vitezei de ciocnire s-a efectuat cu ajutorul a două sfredele montate la o distanţă de 120 mm una de cealaltă, fotocelula din partea inferioară fiind montată foarte aproape de nivelul suprafeţei de ciocnire piston-sfredel. Fotocelulele determină acţionarea unui aparat electronic care măsoară timpul de trecere a pistonului. Triggerul osciloscopului s-a realizat folosind un traductor piezoelectric montat la 400 mm de traductorii tensometrici rezistivi.

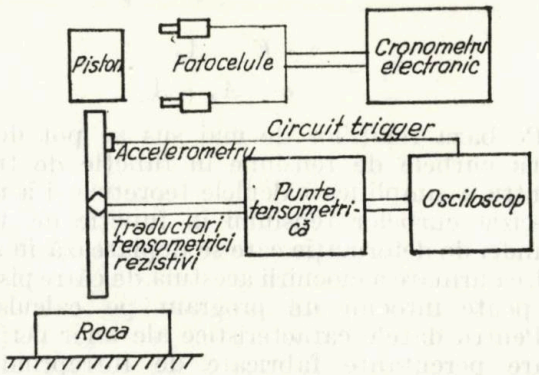


Fig. 4. Schema de principiu a standului folosit la încercările de laborator.

Pentru dimensiunile pistonului şi sfredelului din figura 5 s-a determinat, folosind un aparat de fotografiat de tip Polaroid, forma undei longitudinale din sfredel (fig. 6).

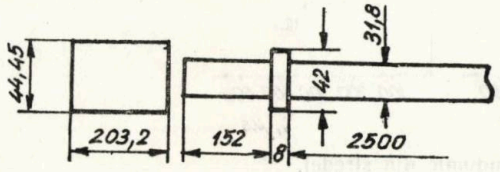


Fig. 5. Dimensiunile pistonului şi ale sfredelului.

Folosind relaţiile de calcul menţionate mai sus, care au fost programate la un calculator, s-a determinat pentru datele din figura 5 forma teoretică a undei longitudinale (fig. 7).

Suprapunînd curba teoretică cu cea experimentală din figura 6 se observă o corelare bună între cele două curbe, ceea ce demonstrează că, relaţiile teoretice, cît şi programul elaborat au fost corecte.

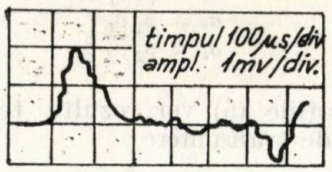


Fig. 6. Forma undei longitudinale din sfredel.

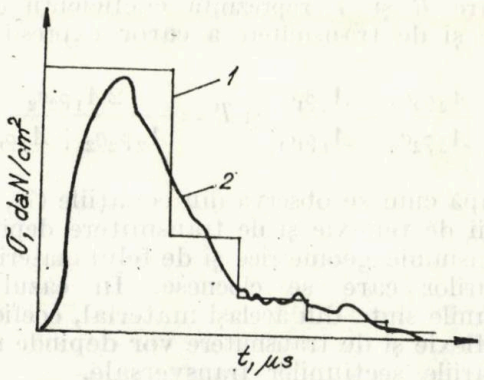


Fig. 7. Forma undelor longitudinale care străbat sfredelul : *1* – curba teoretică ; *2* – curba experimentală.

În cazul unui piston avînd forma din figura 2, forma teoretică şi experimentală a undelor longitudinale din sfredel este arătată în figura 8.

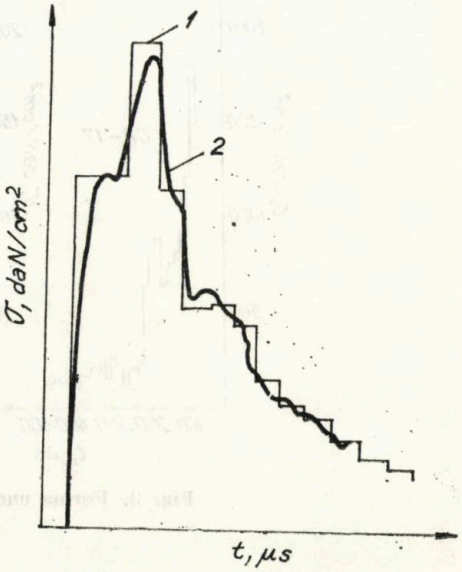


Fig. 8. Forma undelor longitudinale din sfredel în urma ciocnirii acestuia de către un piston de forma din figura 2 : *1* – curba teoretică ; *2* – curba experimentală.

O trăsătură caracteristică a formei undei ce parcurge sfredelul, ca urmare a ciocnirii acestuia de către un piston avînd o reducere bruscă

a secțiunii înspre capătul de lovire, este faptul că maximumul deformației nu este dezvoltat în mod instantaneu, ci apare în treapta a doua după care amplitudinea undei descrește în continuare. Arndt face o observație și anume că maximumul deformației dezvoltate în forma undei este întotdeauna mai ridicat decît la un piston cilindric a cărei arie a secțiunii transversale este egală cu aria cea mai mare dintre cele două secțiuni pentru același sfredel și aceeași viteză de ciocnire a pistonului.

Avînd forma undei longitudinale din sfredel se poate determina energia conținută în aceasta cu ajutorul relației :

$$W_s = \frac{A \cdot c}{E} \int_0^t \sigma_i^2 \, dt \qquad (9)$$

unde :

A reprezintă aria secțiunii transversale a sfredelului ;
c — viteza undei ;
E — modulul de elasticitate a materialului sfredelului ;
σ_i — tensiunea undei incidente ;
t — durata undei incidente.

Cunoscînd energia de cioenire a pistonului W_p și energia conținută în unda din sfredel W_s se poate determina randamentul transferului de energie de la piston la sfredel (relația 10).

$$\eta_{\%} = \frac{W_s}{W_p} 100. \qquad (10)$$

Pentru a determina randamentul transferului de energie din sfredel la rocă trebuie să se cunoască forma undei reflectate de la suprafața de contact tăiș-rocă. În acest scop este necesar să se facă măsurători experimentale ale undei din sfredel în condiții de perforare.

Examinînd o undă longitudinală din sfredel, înregistrată prin intermediul unor traductori tensometrici rezistivi amplasați pe sfredel, se observă existența a două feluri de unde : incidente și reflectate.

Așa cum se arată în figura 9, unda incidentă *1* se deplasează prin sfredel de la suprafața de

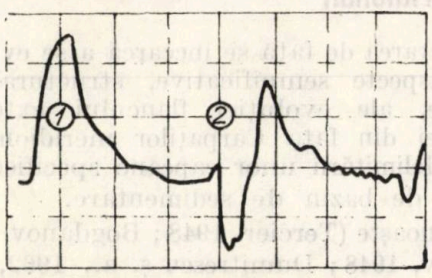


Fig. 9. Forma undei longitudinale care străbate sfredelul în urma ciocnirii sale de către pistonul perforator.

ciocnire piston-sfredel spre suprafața de contact tăiș-rocă unde o parte din energia undei se transmite rocii, iar o altă parte a energiei se întoarce sub forma unei unde reflectate *2*. Ajunsă la suprafața de contact piston-sfredel, o parte din energia undei se tansmite pistonului producînd deplasarea acestuia, întrerupînd contactul dintre piston și sfredel, iar o altă parte a energiei se reflectă în unda a doua incidentă. Fenomenul continuă în mod similar pînă la următoarea ciocnire a pistonului.

Cunoscînd energia conținută în prima undă incidentă și energia conținută în prima undă reflectată se poate calcula randamentul transferului de energie la contactul tăiș-rocă de la prima undă incidentă.

Forma tipică a undei longitudinale din sfredel reflectată *2* de la prima undă incidentă este de forma arătată în figura 10.

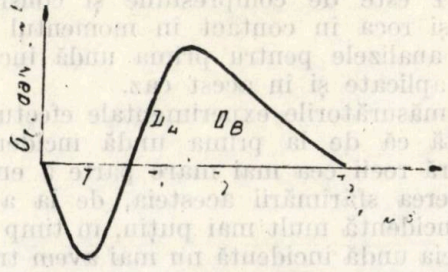


Fig. 10. Forma tipică a undei reflectate (porțiunea 2 din figura 9).

După cum se observă din figura 10, unda constă din două porțiuni : de tensiune *I*, urmată de una de compresiune *II* care, la rîndul ei, s-a împărțit convențional în două părți : II_A și II_B. Raportul mărimilor ariilor porțiunilor II_A și II_B depind de următoarele :

— relația forță-deplasare ;
— forma undei incidente ;
— gradul contactului inițial între tăiș și rocă.

Dacă pistonul este în contact cu sfredelul înaintea sosirii undei reflectate la suprafața de contact piston-sfredel, porțiunea *I* din undă se reflectă ca și în cazul condiției unui capăt liber, schimbîndu-se astfel într-o undă de compresiune care se deplasează spre tăiș.

Unda *I* produce o deplasare (u_a) a capătului sfredelului față de piston, exprimată de relația :

$$u_a = -\frac{2 \cdot c}{E} \int_0^{T_1} \sigma_r(t) \, dt. \qquad (11)$$

Porțiunea de compresiune *II* produce o deplasare a capătului sfredelului (u_b) înapoi spre piston, conform relației

$$u_b = \frac{2 \cdot c}{E} \int_{T_1}^{T_2} \sigma_r(t) \, dt. \qquad (12)$$

Dacă $u_b \geqslant u_a$, atunci sfredelul şi pistonul vor fi din nou în contact şi timpul T_2 la care aceasta are loc se obţine din ecuaţiile (11) şi (12).

A doua undă incidentă la suprafaţa de contact tăiş-rocă are forma generală ca aceea arătată în figura 11. Deoarece prima parte a

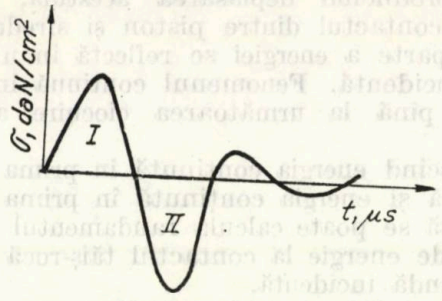


Fig. 11. Forma tipică a undei secundare incidente la contactul tăiş-rocă.

undei *I* este de compresiune şi considerînd tăişul şi roca în contact în momentul sosirii undei, analizele pentru prima undă incidentă pot fi aplicate şi în acest caz.

Din măsurătorile experimentale efectuate se constată că de la prima undă incidentă se transferă rocii cea mai mare parte a energiei, în vederea sfărîmării acesteia, de la a doua undă incidentă mult mai puţin, în timp ce de la a treia undă incidentă nu mai avem transfer de energie la rocă.

Deoarece transferul de energie are loc numai de la prima şi a doua undă incidentă, apare oportună în practica perforării folosirea unor frecvenţe mari a loviturilor.

CONCLUZII

Funcţionarea perforatoarelor percutante şi în parte şi a celor roto-percutante se bazează pe fenomenul de ciocnire care are loc la suprafaţa de contact piston-sfredel şi respectiv tăiş-rocă.

În urma ciocnirii pistonului de sfredel iau naştere în sfredel vibraţii longitudinale sub formă de unde. Aşa cum s-a arătat forma acestor unde incidente, care se deplasează dinspre suprafaţa de contact piston-sfredel înspre suprafaţa de contact tăiş-rocă, se poate determina teoretic şi experimental.

Înregistrarea undelor longitudinale din sfredel în condiţiile de perforare permite determinarea randamentului transferului de energie de la piston la sfredel şi de la sfredel la rocă. Experienţele arată că transfer de energie de la sfredel la rocă avem pentru primele două unde incidente ceea ce demonstrează oportunitatea utilizării unor frecvenţe mai ridicate a loviturilor.

Cercetările efectuate la Institutul de Mine din Petroşani privind transferul de energie la uneltele pneumatice folosite la perforarea rocilor sînt utilizate atît la întreprinderea constructoare „Independenţa" din Sibiu pentru stabilirea unei metodologii de analiză a transferului de energie, cît şi de exploatările miniere pentru o utilizare raţională a acestora.

BIBLIOGRAFIE

[1] Arndt, F. K. *Untersuchung über die Energieübertragung beim Schlagvorgang im Blickfeld des Schlagenden Bohrens* Dissertation, Clausthal, 1959.

[2] Constantinescu, I. şi Elczner, G. *Aspecte ale transmiterii undelor de şoc în tijele de sfredel ale perforatoarelor percutante şi picoanele ciocanelor de abataj*, Revista Minelor nr. 12/73.

[3] Fairhurst, C. *Wave mechanics of percussive drilling* Mine and Quarry Engineering, nr. 3 şi 4, 1961.

[4] Florea, A. *Contribuţii privind studiul transferului de energie prin ciocnire cu aplicaţii în industria minieră.* Teză de doctorat, 1974.

[5] Hustrulid, W. A. şi Fairhurst, C. *A theoretical and experimental study of the percussive drilling rock.* International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, vol. 8, 1971 şi vol. 9, 1972.

Dr. geol. O. Dicea
director adjunct I.P.G.G.H.

Condiţiile de formare a capcanelor lito-stratigrafice în flancul extern al avanfosei Carpaţilor meridionali*

Stabilirea condiţiilor de formare a capcanelor lito-stratigrafice constituie o etapă obligatorie în activitatea de prevedere şi apoi de descoperire a lor, într-o anumită regiune de interes petrolier. Pentru aceasta este necesar să se înţeleagă cadrul structural şi depoziţional, în care s-au putut forma capcanele lito-stratigrafice.

În lucrarea de faţă se încearcă a se evidenţia unele aspecte semnificative, structural-depoziţionale, ale evoluţiei flancului extern al avanfosei din faţa Carpaţilor meridionali, în scopul delimitării unor capcane specifice acestui tip de bazin de sedimentare.

Se cunoaşte (Tercier, 1948; Bogdanov, 1949; Belousov, 1948; Dumitrescu ş. a., 1962, 1968) că avanfosa este depresiunea care se formează în stadiul final de evoluţie a unui geosinclinal

*) Lucrare susţinută în cadrul simpozionului **"Capcane subtile cu hidrocarburi"**, Bucureşti, 2—3 aprilie 1975.

cînd acesta este pe cale să se transforme într-o catenă muntoasă. Lanțul muntos ce se ridică este puternic erodat, iar materialul este sedimentat în depresiunea nou creată.

Astfel definită, avanfosa are două flancuri care se disting mai ales prin tipul de fundament pe care stau; flancul intern se sprijină pe formațiuni de geosinclinal cutate în stil alpin, pe cînd flancul extern stă direct pe formațiuni de platformă necutate. Între cele două flancuri ale avanfosei, la exteriorul Carpaților, există raporturi de încălecare, marcate de „falia pericarpatică" (Mateescu, 1927; Băncilă ș.a. 1963).

Sectorul avanfosei din fața Carpaților meridionali, abordat în această lucrare, este cuprins între valea Dîmboviței, la est, și valea Dunării la vest și între falia pericarpatică (Găești-Spineni-Căpreni-Țicleni) la nord. Delimitarea spre sud este mai greu de făcut, deoarece trecerea spre platforma propriu-zisă se face treptat. De fapt, prin fundament, flancul extern al avanfosei aparține platformei, pe cînd prin formă (depresiune alungită) și conținut (molasă) aparține avanfosei.

Din punct de vedere lito-stratigrafic, în acest sector al avanfosei se întîlnesc formațiuni cu caracter de molasă, începînd din Tortonianul superior și pînă în Cuatenar.

În Tortonianul Superior și Sarmațianul inferior sedimentarea are caracter marin. Expansiunea mării, începută în Tortonianul superior, s-a continuat și a atins cota maximă în Sarmațianul superior, cînd a acoperit aproape întreaga platformă.

Apele aceluiași bazin marin acopereau și zona internă a avanfosei, unde mișcările din faza stirică nouă inițiaseră deja unele cute, care în această perioadă se definitivează, determinînd pe flancuri efilări ale Tortonianului superior și Sarmațianul inferior (fig. 1).

Tortonianul de pe flancul platformic al avanfosei este constituit din gresii calcaroase cenușii, nisipuri cenușii gălbui, marne nisipoase, marne calcaroase și, uneori calcare organogene. Pe unele zone, mai coborîte, se întîlnește un orizont anhidritic (Găești).

Sarmațianul inferior este reprezentat printr-un complex grezos în bază și uneori, un pachet marnos la partea superioară, în care s-a întîlnit Cardium litopodolicum și C. transcarpaticum.

Spre est, pachetul marnos se dezvoltă pe o grosime din ce în ce mai mare, pe cînd pachetul grezos-nisipos se restrînge ca grosime, făcînd corp comun cu Tortonianul superior (fig. 2).

Înspre vest, complexul grezos-marnos, din Sarmațianul inferior, nu se mai poate separa, întreg Sarmațianul devenind foarte nisipos și îngroșîndu-se foarte mult (fig. 3).

Două elemente se impun atenției în această perioadă și anume: începînd din Sarmațianul mediu, formațiunile molasei inferioare din flancul intern al avanfosei se ridică din ce în ce mai mult, alunecînd gravitațional peste Sarmațianul inferior, care umplea depresiunea din față.

În fața liniei de încălecare, platforma se afundă în trepte, marcate de falii determinînd o adîncire a bazinului și în consecință o puternică eroziune a flancului intern al avanfosei. Sedimentarea se produce concomitent cu ridicarea flancului intern ceea ce produce formarea unor capcane depoziționale de-a lungul liniei pericarpatice (fig. 4 și 5).

Astfel, zona de maximă afundare a depresiunii acumulează și materialul cel mai grosier, în timp ce pe flancul dinspre platformă

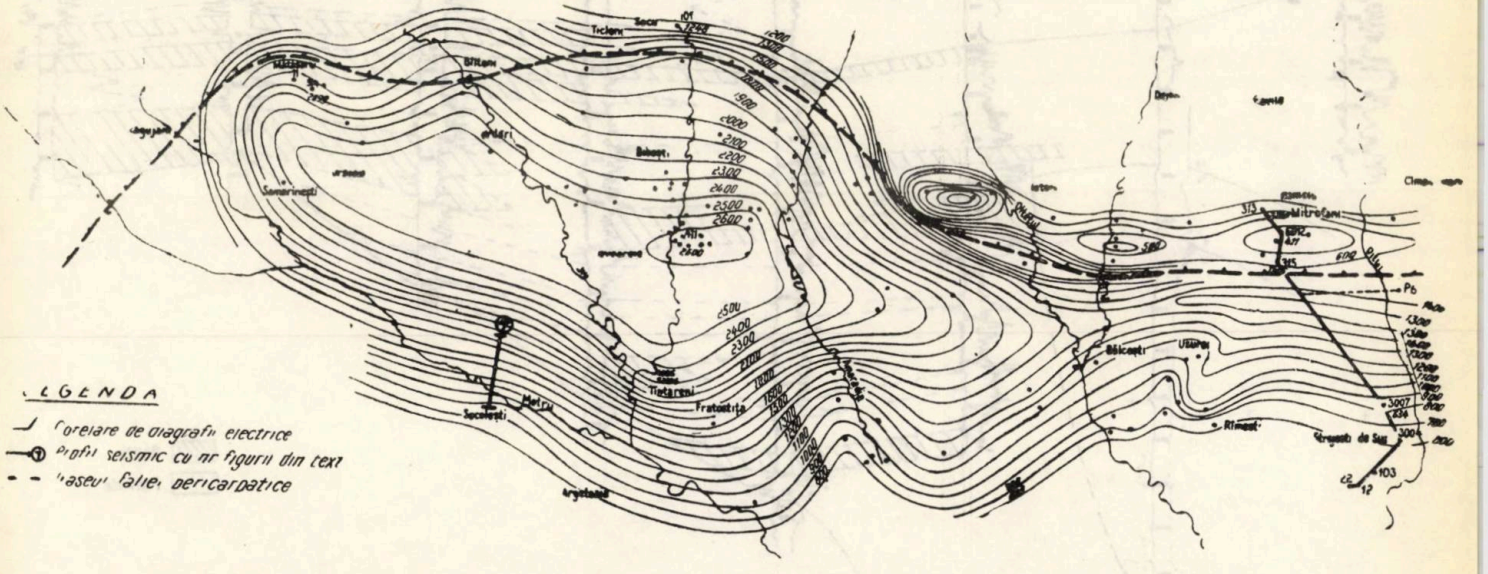


Fig. 1. Harta cu izofachite a formațiunilor sarmațiene din zona externă a avanfosei între Olt și Motru.

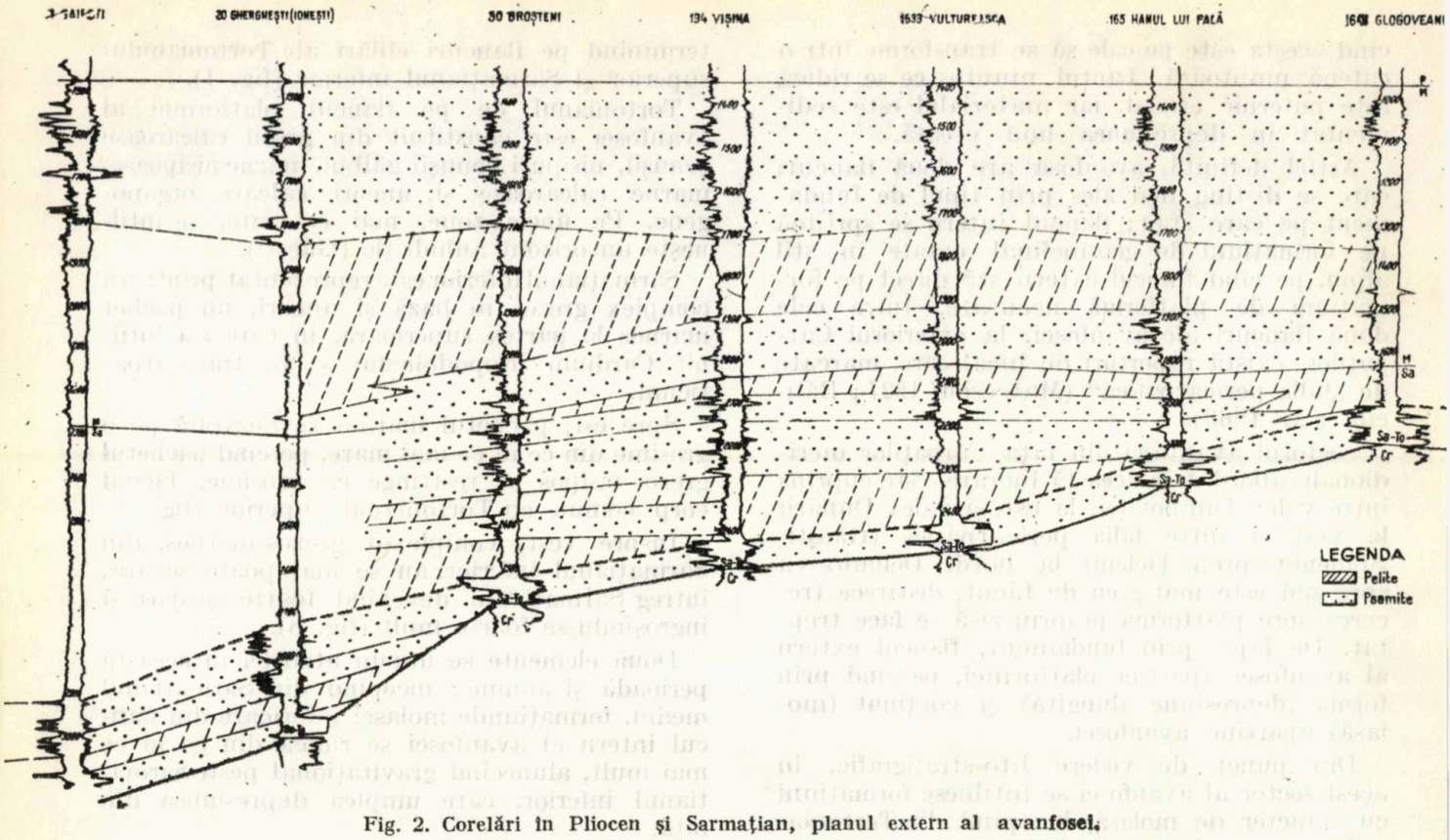


Fig. 2. Corelări în Pliocen și Sarmațian, planul extern al avanfosei.

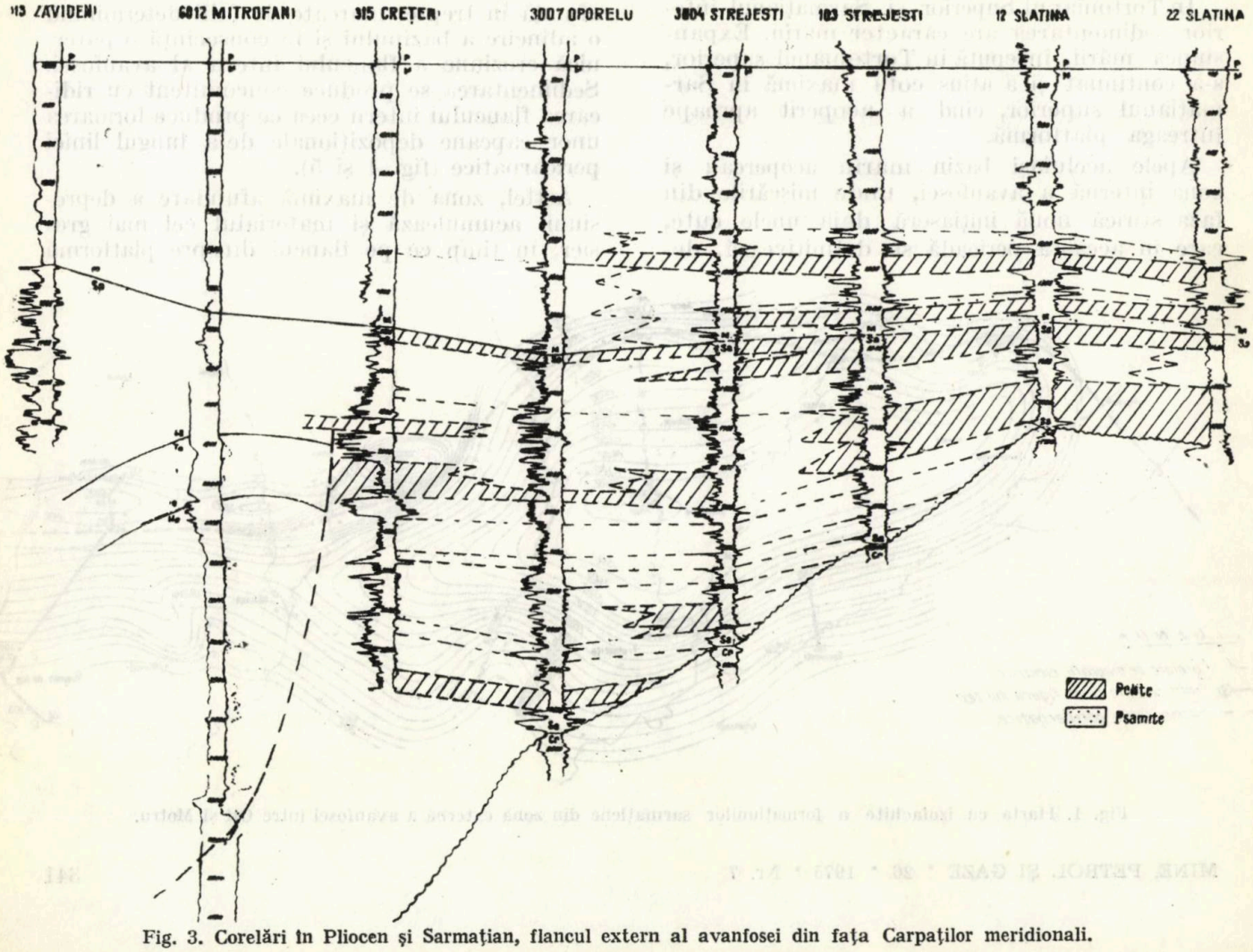


Fig. 3. Corelări în Pliocen și Sarmațian, flancul extern al avanfosei din fața Carpaților meridionali.

al depresiunii, sedimentarea se produce relativ liniştit cu ingresiuni şi regresiuni locale, cu efilări şi trunchieri ale complexelor nisipoase, sau umplerea unor talveguri anterior create de eroziune. Tot aici, depunerea unor complexe

Partea dinspre orogen este bordată de o ridicare abruptă generată de ridicarea din fruntea pînzei pericarpatice (fig. 1). Sarmaţianul inferior şi tortonianul superior sînt prinse sub încălecare, fiind uşor festonate de

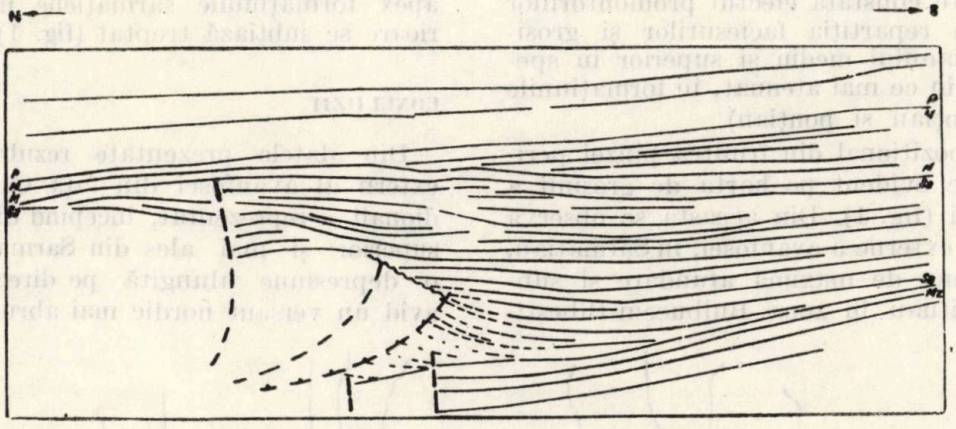


Fig. 4. Profil seismic în zona Găeşti.

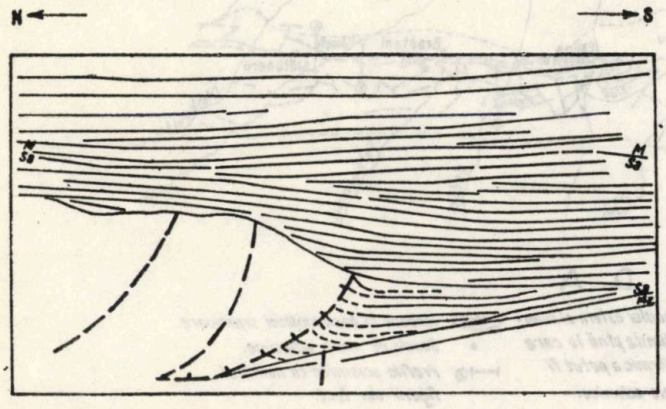


Fig. 5. Profil seismic în zona Cireşu-Topoloveni.

avansarea pînzei spre sud (fig. 4, 5). Întrucît punerea în loc a pînzei pericarpatice s-a făcut concomitent cu sedimentarea, ea a determinat o acumulare masivă de sedimente la baza pantei, care mulează fruntea pînzei, efilîndu-se în sus şi îngroşîndu-se spre bază, în axul depresiunii (fig. 4, 5).

Aici se poate urmări un adevărat cordon de nisipuri care se efilează, atît spre nord, cît şi spre sud (fig. 3). Efilarea spre nord este mai rapidă, marcînd fruntea pînzei (fig. 3), pe cînd efilarea spre sud este mult mai lentă, marcînd panta platformei. Atît stratele de nisipuri, cît şi cele de argile se efilează treptat spre sud sau se trunchiază pe suprafaţa platformei (fig. 6, 7).

marno-argiloase ecranează reliefurile de eroziune ale platformei, creînd astfel condiţii pentru capcane paleogeomorfice (fig. 6).

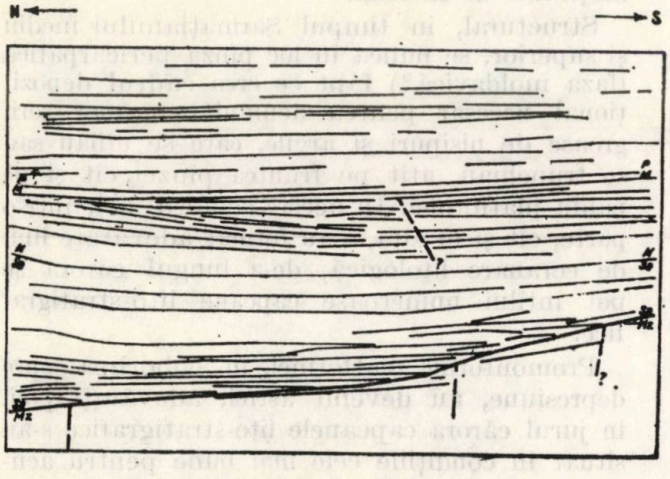


Fig. 6. Profil seismic în zona Optaşi.

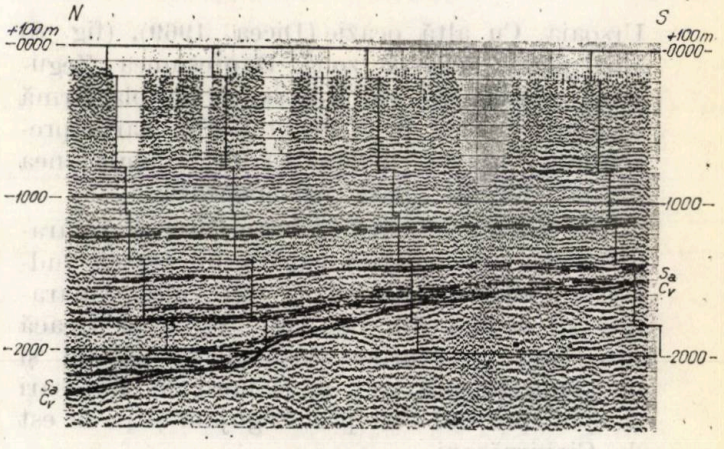


Fig. 7.

Pachetele superioare de nisipuri sarmaţiene (medii şi superioare) păstrează încă efectele avanfosei, dar ele invadează treptat platforma, spre sud, acoperind, transgresiv, atît pachetele

inferioare, cît și relieful platformei (fig. 3, 4, 5). Repartiția faciesurilor și grosimilor, în suprafață, păstrează o liniaritate vest-est, atît în partea internă cît și în cea externă (fig. 1).

Din examinarea diagrafiilor electrice ale sondelor se poate constata efectul promontoriilor platformei în repartiția faciesurilor și grosimilor Sarmațianului mediu și superior în special și din ce în ce mai atenuat, în formațiunile mai noi (meoțian și ponțian).

Efectul depozițional din fruntea pînzei pericarpatice este evident pe harta de grosimi a Sarmațianului (fig. 1). Din aceasta se observă că axul zonei externe a avanfosei, în Sarmațian, precum și zona de maximă afundare și subsidență, se situau în zona Bulbuceni-Bibești.

De la Soceni spre est, falia păstrează traseul vest—est trecînd pe la sud de Tetoiu și sud Mitrofani.

Pe acest traseu, fruntea pînzei este jalonată, spre nord, de mai multe ridicări, pe al căror apex formațiunile sarmațiene medii și superioare se subțiază treptat (fig. 1).

CONCLUZII

Din datele prezentate rezultă că flancul extern al avanfosei din fața Carpaților meridionali a reprezentat, începînd din Tortonianul superior și mai ales din Sarmațianul mediu, o depresiune alungită pe direcție vest—est, avîd un versant nordic mai abrupt în ridicare,

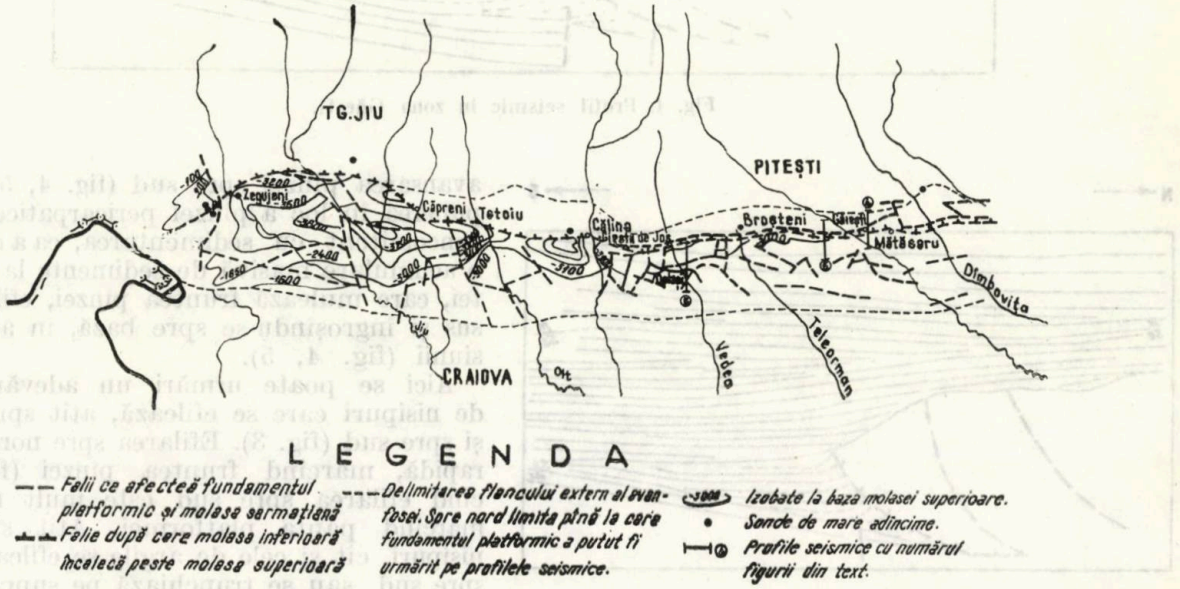


Fig. 8. Harta tectonică a flancului extern al avanfosei carpatice din fața Carpaților meridionali.

Ursoaia. Cu altă ocazie (Dicea, 1969), (fig. 8) am numit această zonă Depresiunea Zegujani, considerînd că poziția ei pe platformă seamănă cu cea de la Focșani. Din harta prezentată (fig. 1), denumirea de „depresiunea Ursoaia-Bibești" pare mai adecvată.

Tot harta sugerează că între Olteț și Amaradia falia pericarpatică capătă un traseu sud-est — nord-vest, pentru ca din valea Amaradiei să devină din nou vest—est și să treacă prin fața structurilor Socu-Țicleni-Bălteni și mai departe spre vest, pe la nord de Mătăsari și apoi spre sud-vest prin Zegujani și pe la est de Ciovîrnășani.

Constant, axul depresiunii cuprinde cea mai mare grosime de nisipuri, încît din acest punct de vedere, în această etapă, nu a întrunit cele mai bune condiții de generare a hidrocarburilor.

datorită avansării pînzei pericarpatice și un versant sudic cu înclinare mai atenuată, reprezentînd afundarea platformei moesice sub formațiunea de molasă.

Structural, în timpul Sarmațianului mediu și superior, se punea în loc pînza pericarpatică (faza moldavică?) fapt ce crea cadrul depozițional necesar pentru acumularea unor serii groase de nisipuri și argile, care se efilau sau se trunchiau, atît pe fruntea pînzei, cît și pe panta platformei. În aceste condiții, atît într-o parte, cît și în alta, s-au format adevărate linii de ecranare litologică, de-a lungul cărora se pot întîlni numeroase capcane lito-stratigrafice.

Promontoriile platformei, în coborîrea spre depresiune, au devenit astfel, adevărați poli, în jurul cărora capcanele lito-stratigrafice s-au situat în condițiile cele mai bune pentru acumularea hidrocarburilor.

Spre sud, unele pachete de nisipuri și argile butează pe relieful mezozoic sau chiar tortonian, ecranîndu-se sau ecranînd stratele poroase de dedesubt.

Unele neregularități ale reliefului platformei au fost colmatate cu nisipuri și au devenit capcane favorabile acumulărilor.

BIBLIOGRAFIE

[1] Băncilă, I. și Hristescu, E. *Linia externă și linia pericarpatică dintre valea Sucevei și valea Trotușului, Carpații orientali.* Comunicările științifice, Sec. III Tectonica, Congr. al V-lea Asoc. Geol. Carp. — Balc. Sept. 1961, Buc. 1963.

[2] Dicea, O. și Tomescu, L. *Tectonica zonei externe a avanfosei carpatice din sectorul Motru — Buzău în lumina datelor prospecțiunii seismice.* St. și Cerc. de Geol., Geof., Geograf. Seria Geofizică nr. 1 Tom. 7 Buc. 1969.

[3] Dumitrescu, I., Săndulescu, M., Lăzărescu V., Mirăuță O., Paulic S. și Georgescu C. *Mémoire à la carte tectonique de la Roumanie.* An. Com. Geol. vol. XXXII, Buc. 1962.

[4] Dumitrescu, I. și Săndulescu M. *Probleme structurale fundamentale ale Carpaților românești și ale vorlandului lor.* An. Com. Geol. vol. XXXVI, Buc. 1968.

Geol. **M. Bîrlogeanu**

Centrala gazului metan Mediaș

Orientări noi în studiul capcanelor structurale și lito-stratigrafice din miocenul Depresiunii Transilvaniei*

Datele obținute prin prospecțiunile seismice și forajul adînc din ultimii 10—15 ani au adus elemente noi în cunoașterea complexă a depozitelor miocene postsalifere din Depresiunea Transilvaniei și a zăcămintelor de gaze naturale pe care acestea le conțin. În mod corespunzător, lucrările de cercetare au fost orientate spre obiective neabordate anterior, care reclamă o sensibilă amplificare a laturii concepționale a activității geologice. S-a reușit să se evidențieze un număr apreciabil de zăcăminte de gaze cu valoare economică, în capcane structurale și litostratigrafice, care în condițiile vechilor concepții și tehnici nu puteau fi depistate.

În esență, ceea ce a intervenit nou în ultimii ani se referă, în principal, la dezarmonia existentă în structura sedimentarului purtător de gaze și la complicarea condițiilor de capcană pe seama importantelor variații de litofacies cu caracter regional și local.

Dezarmonia structurală se manifestă prin existența unor structuri îngropate sau ascunse, inaccesibile observației de la suprafață și prin migrarea, mai mult sau mai puțin progresivă, a apexurilor unor structuri, la diferite niveluri de adîncime. Ambele fenomene măresc, în mod evident, gradul de dificultate al lucrărilor de prospecțiune și explorare în vederea localizării și conturării structurilor și a zăcămintelor.

Structurile îngropate se dezvoltă, cu precădere, în Tortonian, Buglovian și uneori în baza Sarmațianului. Formațiunile acoperitoare sînt Sarmațianul și Pliocenul care prezintă un stil tectonic diferit de cel al formațiunilor pe care le acoperă.

Dacă se privește astăzi o hartă a structurilor gazeifere cunoscute, se constată că în zona de la nord de Mureș și în estul depresiunii, acestea se orientează preferențial pe direcția NV — SE, de-a lungul unor axe majore. Această aliniere amintește de harta anticlinalelor întocmită de H. Böckh în anul 1913. Fiecare aliniament structural are, de regulă, în compunerea sa boltiri ascunse, nereflectate pînă la suprafață, și boltiri la zi, cu formă tipică de brahianticlinal, separate prin sinclinale, în general de mică adîncime. În majoritatea cazurilor, structurile sînt asimetrice cu flancurile sud-vestice puternic înclinate și uneori afectate de accidente tectonice, cum este cazul boltirilor de la Sînger, Ulieș, Șincai, Sîngeorgiu de Pădure ș.a.

La sud de Tîrnava Mică, orientarea structurilor este aproximativ est—vest. Se pare că această orientare a fost determinată, printre altele, și de proeminentul anticlinal Blaj-Cenade-Ruși și în continuare, Salcău-Ghijasa de Sus-Săsăuși. În această zonă, cu mici excepții, toate structurile se reflectă la suprafață și, ca urmare, depozitele sarmațiene, protejate de o cuvertură pliocenă, conțin acumulări de gaze pe întreaga secțiune.

Prospecțiunile seismice și forajul adînc au evidențiat faptul că la majoritatea structurilor din Depresiunea Transilvaniei există o deplasare a părților boltite ale stratelor, atît perpendicular pe axa cutei, cît și în lungul ei. Acest decalaj complică mult lucrările de explorare, în sensul că, conturarea suprafețelor productive este cu mult mai anevoioasă și cere un număr sporit de sonde față de structurile

* Lucrare susținută în cadrul simpozionului **Capcane subtile cu hidrocarburi**, București, 2—3 aprilie 1975.

cu axă conformă. Dificultatea constă în faptul că suprafeţele productive ale colectoarelor variază în funcţie de deplasarea axei structurale, astfel că o sondă în zona saturată cu gaze a unui complex superior poate fi extracontinuă la un complex inferior.

Analiza de detaliu efectuată pe structurile la care s-a realizat un grad mai mare de cercetare geofizică şi prin foraje ne permite să facem următoarele aprecieri în ceea ce priveşte poziţia axelor.

1. La nord de valea Mureşului:

— majoritatea structurilor la zi, cu Sarmaţianul erodat pe grosimi variabile, prezintă o conformitate a zonei de apex pe verticală (Sărmăşel, Zău de Cîmpie, Şincai, Grebeniş);

— unele structuri din partea vestică a zonei prezintă o deplasare în adîncime a zonei de apex spre nord-vest, adică în lungul axei şi spre punctele cele mai elevate ale structurii majore. Este cazul structurilor Vaideiu şi Dobra cu apexurile migrate în adîncime spre proeminentele ridicări de la Sînger şi Zău de Cîmpie;

— la restul structurilor se constată o decalare a apexurilor în adîncime spre est şi nord-est, adică perpendicular pe axa cutei şi în direcţia flancului mai puţin înclinat. (Săuşa, Ulieş, Bozed est şi vest, Păingeni). Excepţie ar face brahianticlinalul Crăieşti-Ercea, unde apexul migrează în lungul axei, spre periclinul sud-estic.

2. Între Mureş şi Tîrnava Mică se constată:

— o conformitate pe verticală în cazul structurilor Dumbrăvioara, Ernei şi Corunca nord;

— o migrare a apexului în adîncime în lungul axelor, adică spre sud, sud-est, în cazul structurilor Bogata de Mureş, Corunca sud şi Sîngeorgiu de Pădure;

— pentru restul structurilor, ca: Gălăţeni, Suveica, Măgherani etc.) gradul redus de cercetare ne împiedică să facem aprecieri de această natură, deşi în cazul cîtorva dintre acestea există deja indicii sigure de deplasare a bolţilor în adîncime.

La sud de Tîrnava Mică majoritatea structurilor sînt neconforme, apexul lor migrînd în adîncime spre sud-vest. Unele ridicări din această parte a Transilvaniei prezintă o tectonică destul de complicată, care a putut fi descifrată abia după săparea unui număr mare de foraje. Este cazul zonei Filitelnic din centrul depresiunii, unde avem de considerat, în funcţie de adîncimea reperului, una pînă la patru boltiri.

Un bun exemplu de dezarmonie complexă a structurilor din Transilvania s-a întîlnit recent în zona Tg. Mureş — Acăţari.

Ridicarea de la Tg. Mureş, pusă în evidenţă prin prospecţiuni seismice şi confirmată prin foraje, afectează Tortonianul, Buglovianul şi parţial Sarmaţianul, care alcătuiesc o stivă sedimentară de circa 2 400 m grosime. Stratele sarmaţiene şi pliocene, situate în apexul structurii deasupra adîncimii de 700 m, descriu un monoclin cu căderi spre vest.

În succesiunea Miocenului superior, afectat de cutare, s-au separat 15 complexe productive, din care: 6 în Sarmaţian (I—VI), 5 în Buglovian (VII—X + int. IX—X) şi 4 în Tortonian (XI—XIV).

Pînă la complexul V pachetul „b", structura Tg. Mureş prezintă un periclin sud-estic foarte prelung care se extinde pînă în zona Acăţari (fig. 1). Ca urmare, sondele de la

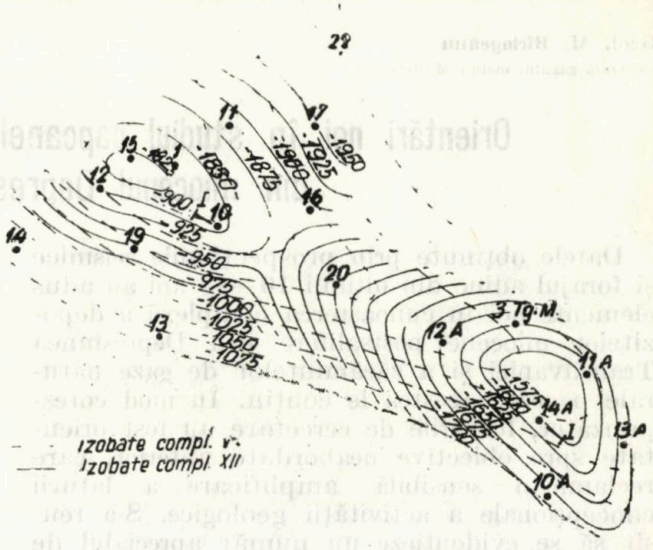


Fig. 1. Harta structurală a complexelor Sm. V şi To. XII. Tg. Mureş-Acăţari.

Acăţari aparţin structural de ridicarea majoră Tg. Mureş şi pentru conplexele I—V „b" majoritatea lor se plasează la exteriorul contactelor gaze/apă.

La nivelul complexului V „c", între sondele 20 Tg. Mureş şi 12 Acăţari se schiţează un sinclinal care individualizează o ridicare aparte în zona Acăţari (fig. 2).

Din analiza secţiunii geologice se constată că această dezarmonie se produce pe seama unor sensibile variaţii de grosime a pachetelor de strate care alcătuiesc complexele V „c", VI şi VII, redate mai jos:

Complex	Sonda nr. 20 Tg. Mureş	Sonda nr. 12 Acăţari	Sonda nr. 14 Acăţari
V „c"	80 m	47 m	10 m
VI	135 m	80 m	50 m
VII	130 m	75 m	65 m

În adîncime, se semnalează o deplasare aproape gradată a şarnierei sinclinale, de la SE spre NV, ceea ce face ca periclinul nord-

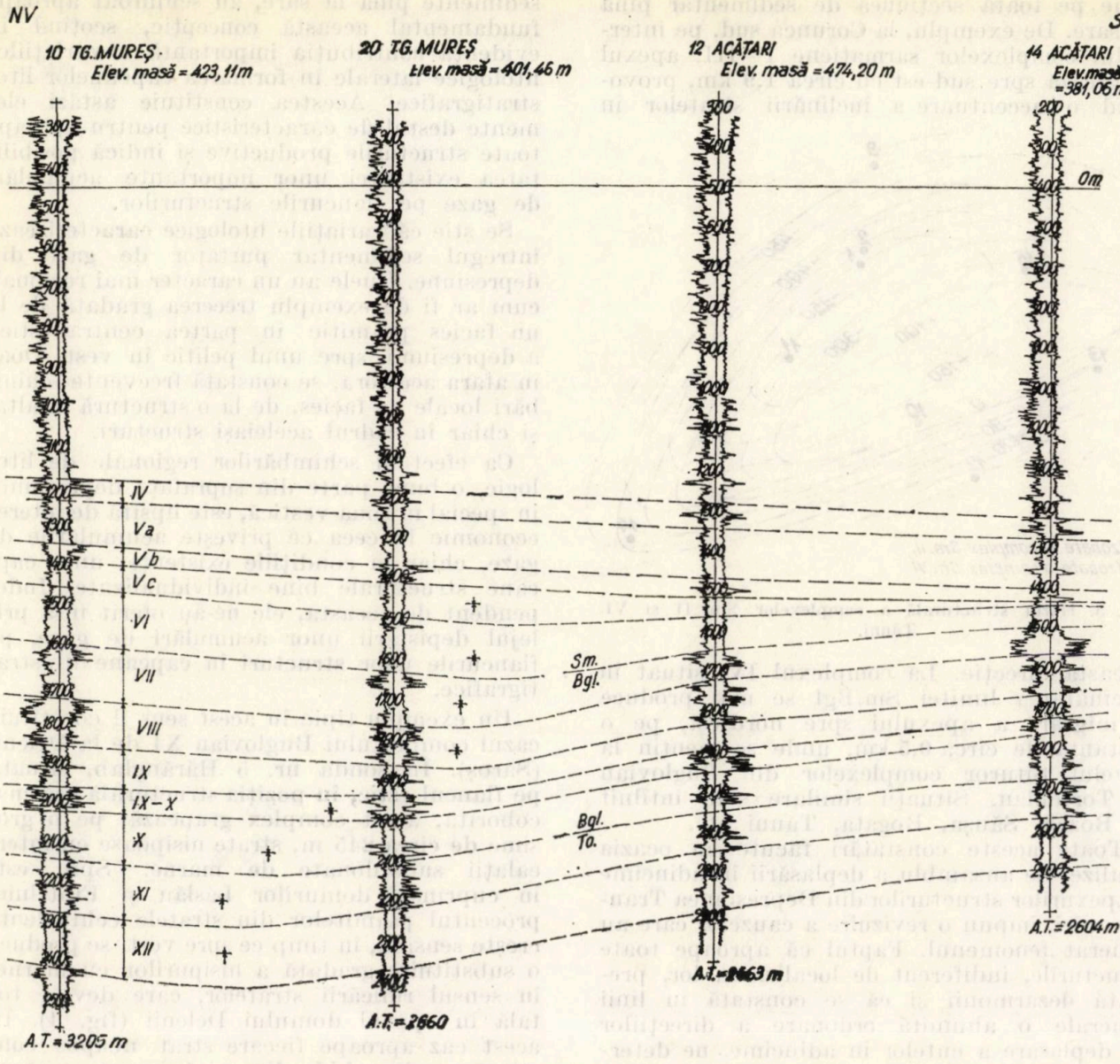


Fig. 2. Secţiune geologică I NV — SE, Tg. Mureş-Acăţari.

vestic al structurii Acăţari să avanseze treptat în această direcţie. Ca urmare, de la nivelul complexului intermediar IX — X în jos, sonda 20 Tg. Mureş aparţine structural de boltirea de la Acăţari, care devine astfel elementul tectonic major al zonei (fig. 1).

Menţionăm că dezarmonia din zona Tg. Mureş-Acăţari, ca de altfel şi cele semnalate în alte zone, se produce fără să se constate absenţa unuia din stratele care alcătuiesc stiva considerată, astfel că între două niveluri de repere sigure se poate urmări întreaga alternanţă de nisipuri şi marne.

S-a susţinut în lucrări anterioare [1, 2, 5,] că numai structurile din estul depresiunii prezintă dezarmonii accentuate şi aceasta datorită frecventelor schimbări de facies litologic şi deselor alternanţe de marne, gresii şi nisipuri, roci cu plasticitate şi compresibilitate foarte diferite. Ultimele cercetări evidenţiază însă prezenţa dezarmoniilor şi în cazul structurilor din vestul Transilvaniei, chiar în condiţiile existenţei unei uniformităţi litologice a depozitelor miocene postsalifere. Un exemplu tipic îl constituie structura Tăuni, unde apexul migrează în adîncime spre sud-vest cu circa 1,4 km pe o secţiune de sedimentar de circa 600 m grosime, aparţinînd Sarmaţianului, caracterizată, în general, printr-o accentuată uniformitate litologică. (fig. 3).

S-a mai constatat că, în majoritatea cazurilor, deplasarea bolţilor se produce în Sarmaţian şi partea superioară a Buglovianului, după care, apexul se menţine în aceeaşi po-

ziție pe toată secțiunea de sedimentar pînă la sare. De exemplu, la Corunca sud, pe intervalul complexelor sarmațiene I—III, apexul migrează spre sud-est cu circa 1,9 km, provocînd o accentuare a înclinării stratelor în

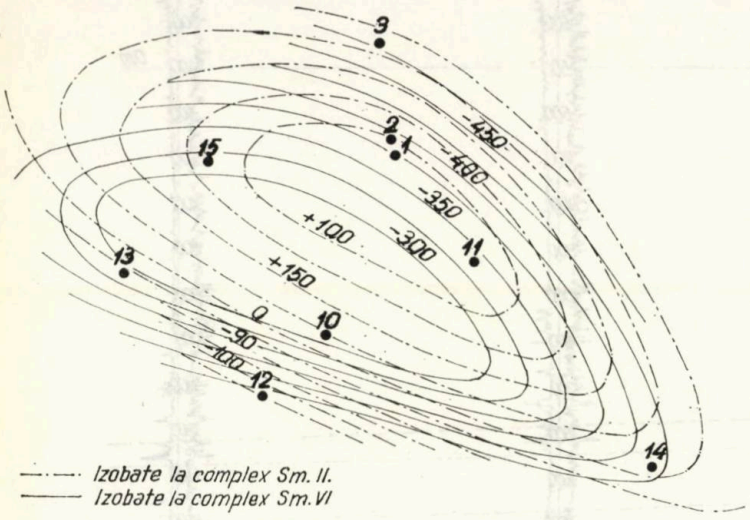


Fig. 3. Harta structurală a complexelor Sm II și VI, Tăuni.

această direcție. La complexul IV, situat în vecinătatea limitei Sm/Bgl se mai produce o migrare a apexului spre nord-est, pe o distanță de circa 0,5 km, unde se mențin la nivelul tuturor complexelor din Buglovian și Tortonian. Situații similare s-au întîlnit la Bozed, Săușa, Bogata, Tăuni etc.

Toate aceste constatări făcute cu ocazia analizei de ansamblu a deplasării în adîncime a apexurilor structurilor din Depresiunea Transilvaniei, impun o revizuire a cauzelor care au generat fenomenul. Faptul că aproape toate structurile, indiferent de localizarea lor, prezintă dezarmonii și că se constată în linii generale o anumită ordonare a direcțiilor de deplasare a cutelor în adîncime, ne determină să luăm în considerare în primul rînd niște factori de amploare regională, cum ar fi : relieful pretortonian, grosimea inițială, variabilă, a stratului de sare, condițiile de acumulare a sedimentelor deasupra anticlinalelor în dezvoltare, fie în cazul unui complex continuu de sedimentare, fie într-un complex sedimentar întrerupt etc.

★

Pînă de curînd, problema capcanelor de gaze din Miocenul din Depresiunea Transilvaniei era rar abordată în lucrările de specialitate. Sporadicele mențiuni din literatură consemnau existența în exclusivitate a capcanelor de tip structural și numai rare ori se semnala existența unor zăcăminte ecranate parțial litologic [4].

Cercetările geologice de detaliu din ultima vreme, care au afectat întreaga suprafață a depresiunii și în adîncime, toată stiva de sedimente pînă la sare, au schimbat aproape fundamental această concepție, scoțînd în evidență contribuția importantă a variațiilor litologice laterale în formarea capcanelor litostratigrafice. Acestea constituie astăzi elemente destul de caracteristice pentru aproape toate structurile productive și indică posibilitatea existenței unor importante acumulări de gaze pe flancurile structurilor.

Se știe că variațiile litologice caracterizează întregul sedimentar purtător de gaze din depresiune. Unele au un caracter mai regional, cum ar fi de exemplu trecerea gradată de la un facies psamitic în partea central-estică a depresiunii, spre unul pelitic în vest. Doar în afara acestora, se constată frecvente schimbări locale de facies, de la o structură la alta, și chiar în cadrul aceleiași structuri.

Ca efect al schimbărilor regionale de litologie, o bună parte din suprafața depresiunii, în special în zona vestică, este lipsită de interes economic în ceea ce privește acumulările de gaze, chiar în condițiile existenței unor capcane structurale bine individualizate. Independent de aceasta, ele ne-au oferit însă prilejul depistării unor acumulări de gaze, pe flancurile unor structuri în capcane lito-stratigrafice.

Un exemplu tipic în acest sens îl constituie cazul complexului Buglovian XI de la Delenii (Saroș). În sonda nr. 5 Hărănglab, situată pe flancul estic, în poziția structurală cea mai coborîtă, acest complex grupează, pe o grosime de circa 245 m, strate nisipoase cu intercalații subordonate de marne. Spre est, în cuprinsul domurilor Laslău și Filitelnic, procentul psamitelor din stratele echivalente crește sensibil, în timp ce spre vest, se produce o substituire gradată a nisipurilor cu marne, în sensul ridicării stratelor, care devine totală în apexul domului Delenii (fig. 4). În acest caz aproape fiecare strat nisipos constituie o unitate hidrodinamică, în care acumularea este controlată de un contact gaze-apă la partea inferioară și de un contur impermeabil la partea superioară.

Tot la Delenii, mai avem de considerat existența unor capcane lito-stratigrafice și în cuprinsul complexului Tortonian XII, unde totala substituire a nisipurilor cu marne se realizează chiar pe flancul estic al domului la aproape 400 m diferență izobatică față de zona de apex. De asemenea, capcane de tip combinat se observă în cadrul complexelor Buglovian VIII, IX și X, unde dispariția totală a psamitelor se produce pe flancul vestic al domului. Practic, la Delenii, numai în cazul complexelor sarmațiene I—VIII se poate vorbi despre capcane de tip structural și aceasta pentru că în contextul variației regionale de litologie, linia de demarcație a celor două faciesuri (psamitic și pelitic) se

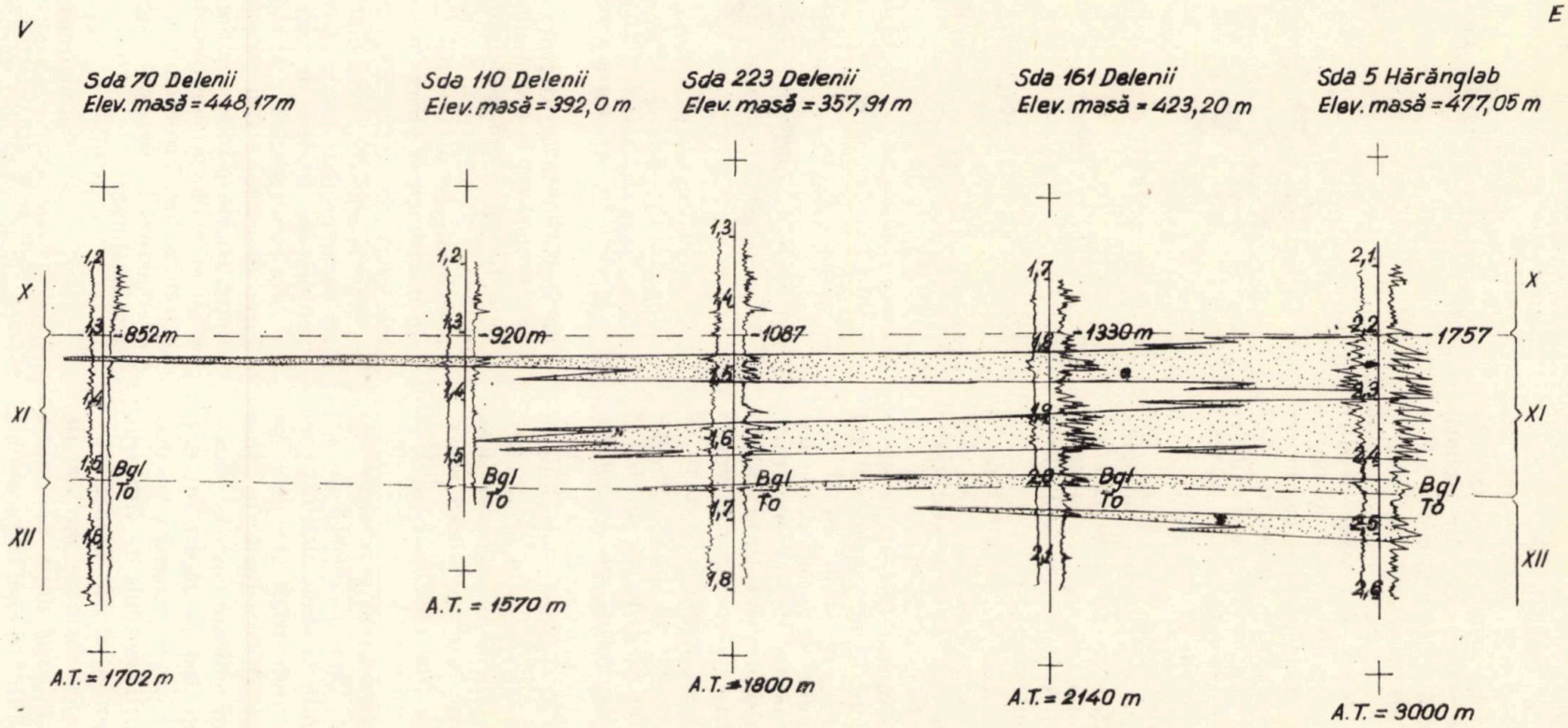


Fig. 4. Paralelizare de diagrafii electrice pe direcţia E—V, Delenii-Hărănglab.

plasează diferit pentru fiecare etaj, fiind mai apropiată de centrul depresiunii în cazul Tortonianului și Buglovianului.

Variațiile locale de litologie sînt foarte frecvente, în special în partea centrală și estică a depresiunii, ca urmare a aportului masiv de material din est și a deselor oscilații batimetrice ale fundului bazinului de sedimentare. Frecvența trecerilor de la faciesul psamitic la cel pelitic și invers este deosebit de mare, și uneori, acestea se produc pe distanțe foarte mici, chiar între două sonde de pe aceeași structură. Aceasta face ca zonele permeabile în cadrul cărora se plasează capcanele să aibă extinderi destul de limitate, ceea ce ar explica și absența unei avansări a apei marginale în cursul exploatării.

Studii complexe, de mare detaliu, pe profile seismice, pe trasee de secțiuni geologice, pe corelări litofaciale sau cronostratigrafice, permit depistarea unor capcane lito-stratigrafice de interes economic, ca un efect direct al condițiilor de depunere.

Un excelent exemplu în acest sens îl constituie evidențierea recentă a unei capcane lito-stratigrafice pe flancul sud-vestic al boltirii Bozed-vest (fig. 5). În sonda nr. 18, sub limita Bgl/To s-a întîlnit o stivă de strate nisipoase în grosime de 75 m (complexul III superior) saturată cu gaze la un nivel izobatic inferior contactelor gaze/apă ale celorlalte complexe productive de pe structură. Pe ridicare, aceste nisipuri sînt total substituite cu material pelitic pe o distanță scurtă de numai 400 — 500 m, avînd în vedere că ele nu se mai regăsesc nici în sonda cea mai apropiată nr. 14 (600 m distanță de 18) și nici în restul sondelor forate pe structură.

Recent s-a evidențiat în Depresiunea Transilvaniei și un alt tip de capcană, determinată de închiderea rezervoarelor prin reducerea permeabilității. Este vorba de capcane litostratigrafice secundare sau post-diagenetice, care se întîlnesc mai frecvent în Buglovian și Tortonian, în condițiile existenței unor roci colectoare cu porozități și permeabilități mai reduse. Un caz tipic îl constituie cel întîlnit la Iclănzel, unde la unele niveluri s-au evidențiat acumulări industriale de gaze pe flancul nordic și estic al structurii, în timp ce în zona de maximă ridicare aceleași colectoare sînt saturate cu apă de zăcămînt, deși la nivelurile respective nu se sesizează pe diagrafiile electrice variații sensibile de litologie. Prezența acestor acumulări în poziții izobatice inferioare zonelor saturate cu ape de zăcămînt nu poate fi pusă decît pe seama unui ecran de permeabilitate care nu a permis o separare gravitațională a fluidelor.

La gradul foarte avansat de cercetare realizat în prezent, localizarea unor capcane structurale ascunse și a unor capcane „subtile", legate de prezența modificărilor de facies,

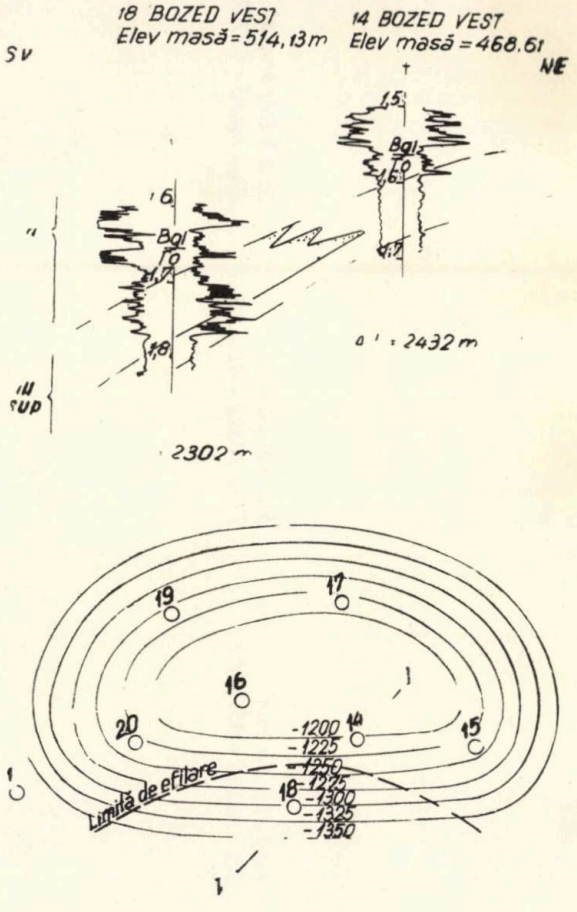


Fig. 5. Harta structurală a complexului III sup. (To), Bozed Vest.

de discordanțe stratigrafice, efilări etc. constituie aproape o unică soluție care oferă șanse de a descoperi noi zăcăminte de gaze în Depresiunea Transilvaniei. Aceasta presupune însă, o valorificare superioară a întregului complex de informații și observații obținute prin toate metodele de cercetare aplicate.

Numai studiile și cercetările de mare detaliu, cu caracter mai regional, care să lămurească problemele legate de orizontarea crono și și lito-stratigrafică a sedimentarului, corelarea depozitelor din zonele neinvestigate prin foraj, cuprinse între cîmpurile gazeifere cunoscute și evoluția complexelor productive și a schimbărilor lito-faciale a depozitelor de la o structură la alta, pot asigura succesul obiectivului final.

BIBLIOGRAFIE

[1] Ciupagea, D., Paucă, M. și Ichim, Tr. *Geologia Depresiunii Transilvaniei*. Ed. Academiei R.S.R., București, 1970.

[2] Ciupagea, D., Ichim, Tr., şi Opran, A *Despre dezarmonia domurilor din Depresiunea Transilvaniei.* Petrol şi Gaze, nr. 11, 1969.
[3] Cristea, L. *Tipuri de capcane de gaze întîlnite în miocenul din cuprinsul domurilor Dumbrăvioara, Ernei şi Filitelnic din Bazinul Transilvaniei.* Petrol şi Gaze, nr. 11, 1966.
[4] Gavăt, I. *Geologia petrolului şi a gazelor naturale.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1964.
[5] Lolici, D. *Fenomene de dezarmonie structurală în unele bolţiri domale din Depresiunea Transilvaniei.* Buletinul Societăţii de Ştiinţe Geologice din R. S. România XII, Bucureşti, 1970.
[6] Vancea, A. şi Bîrlogeanu, M. *Variations de faciès lithologique dans la formation à gaz du Bassin de Transylvanie.* Rev. Roum. de Géol., Géophys. et Géogr., Série de Géologie, 14, nr. 2 şi 15, nr. 2, 1970–1971.
[7] Vancea, A. şi Bîrlogeanu, M. *Nouvelles structures de profondeur dans le Bassin de Transylvanie.* Rev. Roum. de Géol., Géophys. et Géogr., Serie de Géologie, 16, nr. 2, 1972.

Ing. **S. Niţă**
Centrala minereurilor Deva

Cercetări şi rezultate obţinute în prevenirea şi combaterea focurilor de mină

I. Date succinte privind contribuţia elementelor biologice la crearea condiţiilor specifice iniţierii focurilor

Mulţumită colaborării dintre Centrala minereurilor Deva şi Institutul de biologie Traian Săvulescu, a înţelegerii din partea acad. prof. Alice Săvulescu (+) şi a colectivului de cercetători condus de dr. Lazăr Ioan, a fost posibil să se abordeze un domeniu de cercetare încă neatacat la noi în ţară, cercetări care în final au elucidat contribuţia factorilor biologici la iniţierea unor focuri de la minele la care substanţele minerale utile nu prezintă proprietăţi de autoaprindere (mina Deva) sau dacă au predispoziţie la autoaprindere (stocul I şi II Baia de Arieş) materialul care se iniţiază în prima fază este tot materialul lemnos.

Dotarea şi specializarea personalului din cadrul Institutului de biologie a permis ca problema să poată fi cercetată strict din punctul de vedere care ne interesa şi anume dacă elementele biologice (bacterii, microorganisme, ciuperci) pot contribui la crearea unor condiţii favorabile iniţierii unor focuri de mină.

În concordanţă cu enunţarea temei, materialul de faţă ţine să analizeze aceste avarii, pornind de la condiţiile specifice minei Deva şi stocurilor I şi II de la Baia de Arieş.

La baza orientării cercetărilor în acest domeniu a stat lucrarea cercetătorului francez P. Versmée *Rolul preponderent al elementelor biologice la originea focurilor de mină.*

Rezultatele obţinute prin cercetările efectuate la noi în ţară nu fac decît să confirme realizările franceze în acest domeniu, atribuind această cauză chiar şi unor mine de cărburi cu predispoziţie scăzută la autoaprindere, dar unde există posibilitatea acumulării unei mari mase de material lemnos în zona de surpare. Prin rezultatul acestor cercetări se răspunde şi la întrebarea: dacă flora bacteriană se dezvoltă şi în cazul minelor unde în zona exploatată circulă ape acide sau foarte acide.

Cercetările au contribuit la o nouă orientare a inginerilor minieri în alegerea unor metode de exploatare preventive pentru zăcămintele foarte groase şi sub formă de stocuri — metode care să evite în viitor crearea acestor perne de lemn în zona exploatată şi, în final, izbucnirea unor focuri.

1. *Microfauna şi microflora care se dezvoltă în zona de surpare sub influenţa umidităţii, temperaturii şi alimentării cu aer*

Scoarţa terestră pînă la o anumită adîncime este invadată de o bogată microfloră şi microfaună care conduce, în permanenţă, la transformările ce se produc în sol şi care au o deosebită importanţă asupra dezvoltării florei şi faunei, microorganismele contribuind la circuitul substanţelor în natură, la formarea şi fertilitatea solului.

Se aminteşte faptul că pe numai un hectar de sol pot fi determinate 90—500 kg de anelide care digeră peste 30 tone de pămînt pe an, la acestea se adaugă microfauna cu 100 la 300 kg nematode la ha şi microflora compusă din alge (100 000/g de pămînt); ciuperci (1 000 — 1 500 kg/ha), bacterii (500 kg/ha).

Prin introducerea lemnului în mină, o parte din microfauna şi microflora cunoscută reprezentată prin microorganisme (bacterii şi ciuperci) sînt introduse în subteran şi în anumite condiţii specifice pot juca un rol important şi favoriza declanşarea unor procese exoterme care, în final, să conducă la autoaprinderea masei lemnoase acumulată în decursul anilor în zona exploatată.

De altfel, condiţiile în care lemnul este introdus în mină şi condiţiile de mediu (umi-

ditatea și temperatura) care există în masa de lemn asigură, în continuare, dezvoltarea microorganismelor vehiculate din exterior. În această situație nu mai există nici o îndoială că în „perna" de lemn care se acumulează în timpul exploatării, condițiile de temperatură și, mai ales, umiditatea favorizează procesele metabolice ale microorganismelor care duc la autoîncălzire.

Ca urmare a încălzirii masei de lemn au loc fenomene de termodifuzie care constau din distilarea apei, acizilor organici, alcoolilor și a altor produși de descompunere din zonele încinse spre zonele mai reci. Aici vaporii de apă se condensează și umezesc un volum tot mai mare din masa lemnoasă acumulată, extinzîndu-se astfel zona de autoîncălzire.

Umiditatea și temperatura care se realizează în „pernă" (de multe ori peste 45°C și mergînd chiar pînă la 80°C) de lemn favorizează foarte mult activitatea unor grupe de microorganisme care participă la descompunerea lemnului și anume: în primul rînd microorganisme care atacă celuloza și hemiceluloza; în al doilea rînd cele care participă, alături de ciuperci, la degradarea ligninei, în al treilea rînd microorganismele care degradează substanțele pectinice și, în sfîrșit, în al patrulea rînd cele care degradează conținuturile celulare.

Procesul de degradare biochimică a materialului lemnos presupune mai multe faze și anume.

a. La început se instalează bacterii mezofile, îndeosebi din grupul enterobacteriaceelor și o serie de ciuperci din categoria mucegaiurilor (Mucos, Penicillium).

b. Cînd temperatura ajunge la 45°C speciile mezofile dispar, instalîndu-se specii sporangene care se pot dezvolta la 70 — 80°C, constituindu-se astfel principala sursă a procesului de termogeneză.

c. După ce temperatura ajunge la 80°C activitatea microorganismelor și cea enzimatică încetează, urmînd apoi procese pur chimice, ca de exemplu cele de autooxidare.

Ca rezultat al activității metabolice a microorganismelor, dar mai ales al procesului de fermentare anaerobă a celulozei, rezultă și gaze ușor inflamabile ca hidrogenul și metanul, care se pot aprinde în prezența produșilor de oxidare a acizilor grași.

Fenomenul de autoaprindere presupune existența a mai multor faze distincte și anume:
a) faza incipientă a fermentației sau biologică, caracterizată prin degajări de bioxid de carbon, hidrogen, metan și alte hidrocarburi, substanțe volatile; în această fază se ating temperaturi pînă la circa 55°C;

b) faza începutului de carbonizare, caracterizată prin aceea că în urma ridicării temperaturii pînă la 100°C are loc distrugerea celulelor, luînd naștere noi produși cum ar fi aldehidele care, în cazul reacțiilor de fermentare, acționează ca reductori puternici;

c) faza de înnegrire a produșilor mai puțin stabili, în care are loc un proces de transformare a glucidelor și protidelor, devenite mai puțin stabile, în compuși melanici și humici de culoare închisă;

d) faza de carbonizare și aprindere propriu-zisă în care temperatura masei de materii organice continuă să crească pînă atinge temperatura critică de autoaprindere a substanțelor ușor inflamabile acumulate în timpul transformărilor biochimice generate de activitatea metabolică a microorganismelor.

În categoria bacteriilor mezofile detectate pe probele de lemn colectate din zonele de surpare au fost depistate: cellfalcicula spergiliu; Calivibria sp; Serrația marcescens; Pseudomonas sp; aerobacter sp; Enterobacteriaceae; Micrococcus sp etc.

În figurile 1 și 2 sînt prezentate imaginile electronomicroscopice ale unor bacterii mezofile.

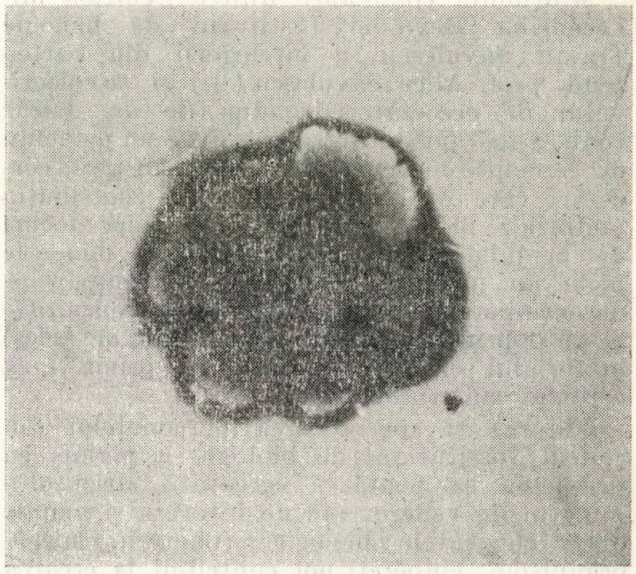


Fig. 1. Enterobacteriacee.

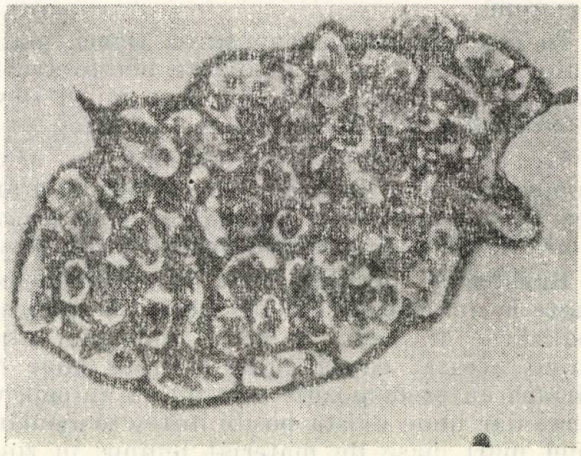


Fig. 2. Pseudomonas aerogenes.

Bacteriile termofile sînt foarte bine reprezentate prin bacillus megatherium, bacillus cereus, bacillus subtilis, bacillus pumilus, bacillus mycoides și alte forme baciliare neidentificate.

În figurile 3, 4, 5, 6 și 7 se prezintă imaginile electronomicroscopice ale unor bacterii termofile.

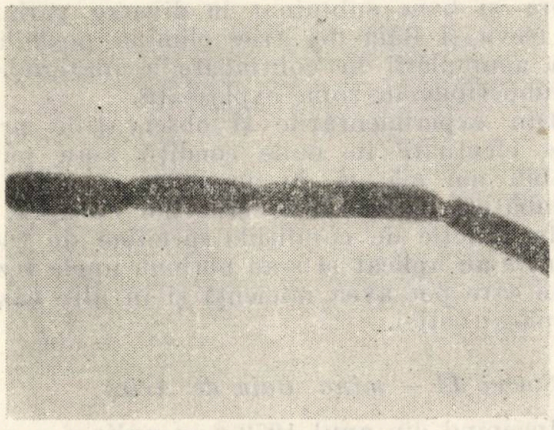


Fig. 3. Bacillus megatesium.

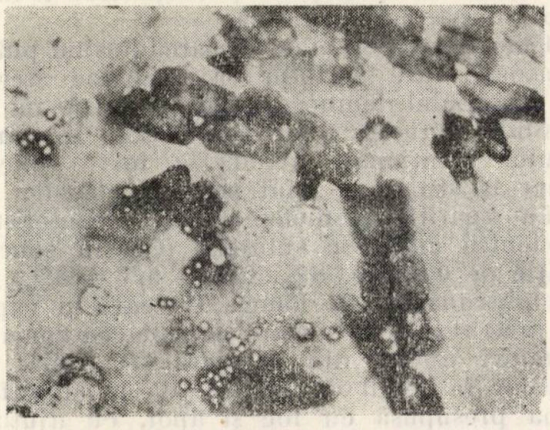


Fig. 4. Bacillus cereus.

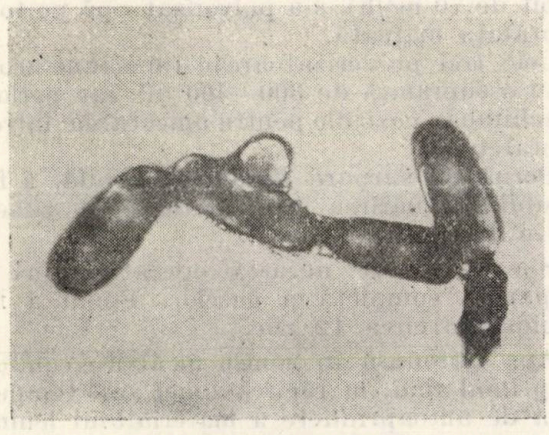


Fig. 5. Bacillus subtilis.

În figura 7 se prezintă o cultură pe mediu solid pentru Bacillus megaterium.

În figurile 8, 9 și 10 se redau unele ciuperci caracteristice lemnului de mină.

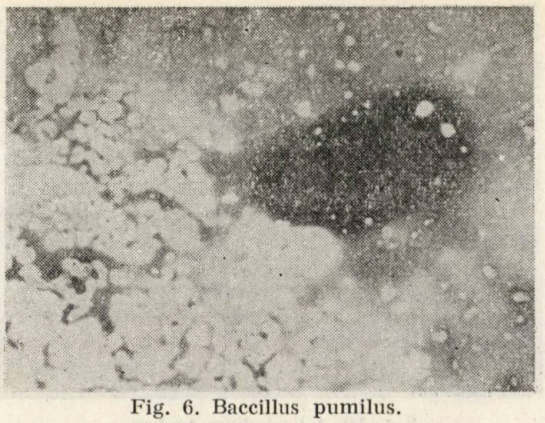


Fig. 6. Baccillus pumilus.

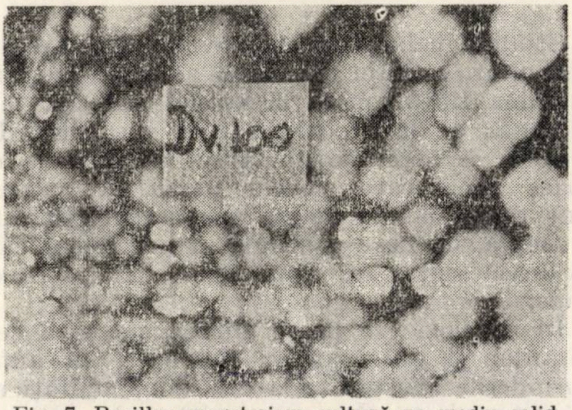


Fig. 7. Bacillus megaterium cultură pe mediu solid.

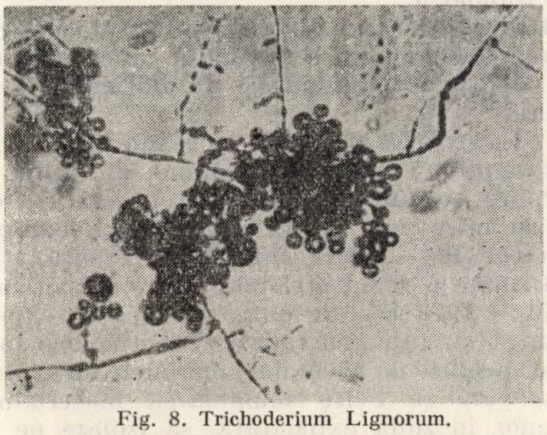


Fig. 8. Trichoderium Lignorum.

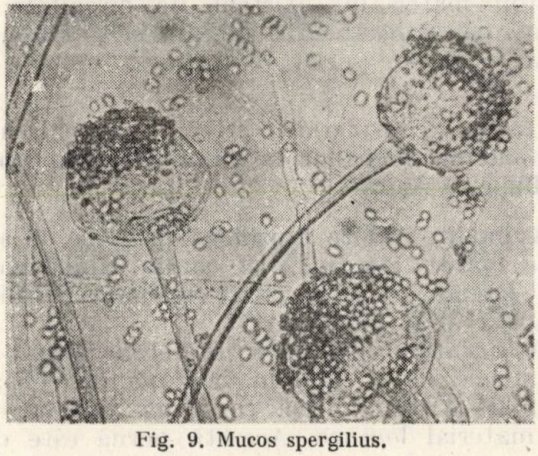


Fig. 9. Mucos spergilius.

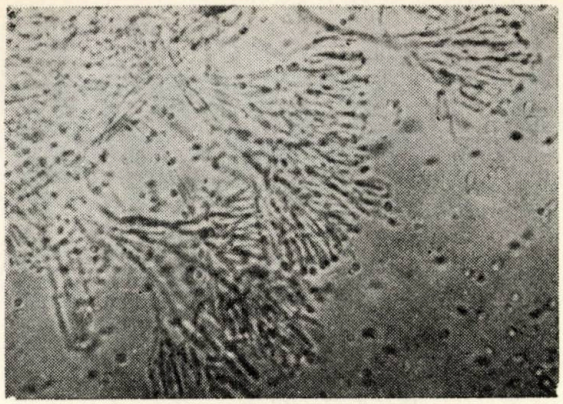


Fig. 10. Glicoladium roseum.

Studiile încheiate scot în evidenţă că această dezvoltare a florei bacteriene se întîlneşte, atît la mina Deva, cît şi în lemnul din zona exploatată de la stocul II Baia de Arieş. La aceasta se mai adaugă faptul că la Baia de Arieş apele care străbat perna de surpare sînt acide, iar în aceste ape se înregistrează prezenţa, în mare cantitate, a bacteriilor care oxidează sulful de tipul Thiobacillus ferroxidans.

În concluzie se poate afirma, pe baza cercetărilor şi observaţiilor efectuate, că autoaprinderile constatate la cele două unităţi au fost favorizate, în mare parte, de factorul microbiologic.

La aceasta se mai adaugă şi faptul că degradarea biochimică a lemnului duce implicit la coborîrea temperaturii de iniţiere a acestuia.

Încercările efectuate pe stand la C.C.S.M. Petroşani au arătat că lemnul din zona de surpare se autoaprinde la temperaturi cuprinse între 80 şi 112°C, faţă de cea a lemnului sănătos 125—175°C (funcţie de esenţă).

Urmare a rezultatelor obţinute în perioada 1971 — 1972 la cele două mine, s-au experimentat şi s-au generalizat (funcţie de condiţiile specifice de zăcămînt) metodele de exploatare care să evite acumularea materialului lemnos în zona exploatată, să izoleze pe cît posibil materialul existent de circuitele de aeraj, să se producă o diluare şi o evacuare a acestuia din perna de surpare.

II. Noi consideraţii privind prevenirea şi combaterea focurilor la mina Deva în stocul II Baia de Arieş

Avînd în vedere faptul că în zona de surpare mai există material combustibil (material lemnos), nu se poate exclude definitiv apariţia unor noi focuri.

Observaţiile efectuate pe teren permit să se afirme că în prezent în zona de surpare nu mai există o masă continuă şi omogenă de material lemnos. Această pernă este distrusă, ruptă, sfărîmată în mare parte şi amestecată cu steril şi minereu.

Se întîlnesc sporadic acumulări de material lemnos mai mari în zonele unde au fost amplasate suitori şi rostogoluri şi unde, pentru menţinerea lor, s-au făcut susţineri suplimentare cu stive.

Aplicarea metodelor de exploatare cu camere şi banc subminat în diverse variante la Deva şi Baia de Arieş elimină posibilitatea acumulării în continuare a materialelor combustibile în zona exploatată.

Din experimentările şi observaţiile practice efectuate în noile condiţii s-au putut stabili noi măsuri de prevenire şi chiar de combatere activă la focurile noi ce apar.

În funcţie de condiţiile specifice de zăcămînt s-au aplicat şi s-au obţinut unele rezultate care pot avea eficienţă şi în alte cazuri similare astfel.

Stocul II — mina Baia de Arieş

Începînd din anul 1972 s-au aplicat o serie de măsuri de prevenire şi combatere a focurilor, după cum urmează.

Umectarea pernei de surpare folosind pulverizatoare care periodic să umecteze sterilul şi materialul lemnos astfel încît să nu fie posibilă iniţierea unor noi focare. În cursul anului menţionat metoda a fost aplicată chiar la stingerea unui nou foc apărut.

La apariţia primelor indicii caracteristice izbucnirii unui foc subteran (CO în concentraţie de 0,01—0,58%, CO_2 — 0,5 — 4%, miros pătrunzător de lemn ars, ceaţă şi vapori de apă) s-au luat măsuri de izolarea zonei cu blinduri uşoare din scîndură şi argilă, s-a marcat în conul de surpare de la suprafaţă zona presupusă cu foc şi apoi, cu ajutorul unei instalaţii de pompare (pompă cu un debit de 70 m^3/h), s-a pulverizat apă pe toată suprafaţa marcată.

Cele trei pulverizatoare în funcţiune acopereau o suprafaţă de 300—400 m^2, iar periodic se schimbau poziţiile pentru umectarea întregii suprafeţe.

Perna de surpare fiind permeabilă, a fost posibilă urmărirea din subteran a zonelor de infiltraţie a apelor.

S-a continuat această operaţie pînă la dispariţia completă a gazelor. Focul a fost lichidat în circa 12 zile.

Apa introdusă în zonele încălzite conduce, în primul rînd, la răcirea zonei sub temperatura de autoaprindere a materialului lemnos, iar în al doilea rînd, lemnul cu o umiditate de pînă la 60% poate fi considerat ca ignifugat.

În cursul anului 1974 în stocul II de la Baia de Arieş s-au iniţiat, în perna de surpare, două focuri: pentru primul, apărut în luna

ianuarie, s-a încercat în prima fază atacarea directă cu apă și evacuarea materialului. Întrucît nu a fost posibilă lichidarea lui s-a folosit situația foarte favorabilă pentru izolarea zonei — s-a lăsat un pilier abandonat temporar, iar prin conul de surpare s-a continuat programul pentru introducerea apei. Urmare a aplicării măsurilor amintite în cursul lunii iunie, cînd s-a atacat pentru exploatare zona închisă, s-a stabilit că focul este stins.

În cursul lunii iulie a apărut un cuib de foc izolat care a fost stins prin umectarea materialului ce cobora la nivelul camerei în lucru din zona de surpare.

O situație similară a fost înregistrată în cursul anului 1974, luna august, la mina Deva. Focul a apărut în laterala 26 nord, fal. XIV în timpul încărcării materialului împușcat. În zonă s-a răspîndit CO pînă la concentrații maxime de 0,5%, acțiunea de lichidare a fost efectuată de echipe de salvare, s-au încărcat din camera respectivă circa 250 de silozuri de minereu folosind mașina de încărcat MIS, din care circa 50 silozuri au avut în minereu lemn incandescent și jar. După 24 ore de intervenție gazele au dispărut complet, fapt pentru care focul a fost declarat lichidat.

Și la această mină au fost montate rețele de apă în jurul conului de surpare pentru umectarea pernei. Soluția însă nu a dat rezultate întrucît stratele superficiale de argilă din amonte, care s-au rostogolit în conul de surpare, formează un strat impermeabil, strat ce nu permite intrarea și difuzarea apei pe întreaga suprafață a zăcămîntului.

CONCLUZII ȘI PROPUNERI

Avînd în vedere rezultatele obținute pînă în prezent se pot trage următoarele concluzii și propuneri.

1. La ambele mine puse în discuție, în zona de surpare nu se mai întîlnesc mase compacte de lemn, care inițiate (aprinse) într-un punct să transmită focul rapid în toate direcțiile.

2. Existența dispersată a unor cantități mai mari de lemn în zona de surpare pot în anumite condiții să dea naștere la așa-numitele „focuri de cuib" asupra cărora dacă se acționează foarte rapid prin încărcarea materialului din zona respectivă, pot fi lichidate prin metode active.

3. Pentru prevenirea inițierii unor focuri și pentru lichidarea lor este necesar să se acorde o atenție deosebită perforării găurilor din evantaie și a lucrărilor de împușcare a acestora pentru a se evita rămînerea unor plăci în consolă la partea superioară a bancului subminat. Rămînerea plăcilor în consolă dă posibilitatea ca după încărcarea minereului perna să fie alimentată cu aer prin golul respectiv. Inițierea unui foc deasupra acestor plăci nu face posibilă încărcarea cuibului de foc, favorizînd totodată extinderea sa în perna de surpare.

4. Pentru a acționa rapid și a da posibilitatea ca focurile ce izbucnesc să fie lichidate pe cale activă, este necesar ca în subteran să existe un punct dotat cu aparatură de salvare și pe fiecare schimb să fie repartizate echipe de salvare care să intre în acțiune imediat în caz de necesitate. Se impune, de asemenea, menținerea în continuare a controlului permanent privind degajările de gaze caracteristice inițierii focurilor subterane.

5. Avînd în vedere rezultatele obținute pînă în prezent la minele de minereuri ar fi interesant să se extindă cercetările privind contribuția factorilor biochimici în inițierea focurilor și la o mină de cărbuni unde sînt înregistrate frecvent focuri subterane.

BIBLIOGRAFIE

[1] Versmes P. Durant *Rolul preponderent a elementelor biologice la originea focurilor de mină.* Revue de l'Industrie Minérale, sept. 1969.

[2] Lazăr, P. *Contribuția factorilor biochimici și biologici la izbucnirea focurilor subternae la mina Deva și Baia de Arieș.* Studii 1970 — 1972, Institutul de Biologie Traian Săvulescu, București.

[3] Băltărețu Raul. *Focuri și incendii în industria minieră.* Ed. tehnică, București, 1966.

[4] Niță, S. *Cercetarea și aplicarea măsurilor de prevenire și combatere a focurilor în cazul minei Deva.* Studiu 1969, S.C.S.M., Petroșani.

[5] Niță, S. *Prevenirea și combaterea focurilor la mina Deva.* Revista Minelor, nr. 7, 1972.

[6] Niță, S. *Combaterea și lichidarea unui foc subteran la mina Baia de Arieș* — Stocul II. Buletin informativ de protecția muncii, nr. 1, 1972.

Ing. C Grama şi
ing. M. Mănescu

Posibilităţi de programare, pregătire şi urmărire a producţiei la întreprinderile de prospecţiuni şi explorări geologice, folosind echipament automatizat

Creşterea gradului de complexitate a activităţii întreprinderilor, precum şi amplificarea dimensiunilor acestora, determină o sporire considerabilă a volumului de date în care să se reflecte modul de realizare a sarcinilor, condiţiile de desfăşurare a operaţiilor din componenţa proceselor de muncă.

Utilizarea calculatoarelor electronice necesită o schimbare radicală în concepţia ce stă la baza sistemului informaţional deoarece impune, de multe ori, renunţarea la unele metode cu tradiţie.

Prelucrarea automată a datelor, datorită rapidităţii cu care oferă un volum mare de informaţii, obţinut printr-un complex sistem de comparare sau chiar simularea diferitelor variante de situaţii, oferă conducătorilor, indiferent de nivelul lor ierarhic, posibilitatea de a lua decizii fundamentate ştiinţific pe bază de date reale şi să renunţe la deciziile bazate pe intuiţie, rutină, spirit de discernămînt sau pricepere personală.

Preocupările în cadrul întreprinderii pentru organizarea şi sistematizarea fluxului informaţional datează încă din anul 1969 cînd s-a întocmit un proiect şi s-a introdus un sistem îmbunătăţit, care preconiza prelucrarea datelor cu echipament de birou.

Analizele care s-au făcut în acest scop au condus la eliminarea paralelismelor în evidenţe stabilindu-se pentru fiecare activitate necesarul de informaţii pentru decizie şi raportare şi modul în care se obţin.

Deşi prin aplicarea acestui proiect circulaţia documentelor s-a îmbunătăţit simţitor, în sensul simplificării ei, din cauza volumului mare de informaţii ce se solicită în vederea unei bune dirijări a activităţii, cele obţinute prin prelucrarea cu echipament de birou nu sînt suficiente şi nu sînt operative, deoarece pe măsură ce se cere un volum mai mare de detalii ele se obţin cu mult mai tîrziu de la producerea fenomenelor.

Astfel, deşi calculul producţiei realizate se încheia în prima decadă a lunii următoare, pentru luna expirată, calculul preţului de cost (antecalculaţia conform prevederilor de deviz şi compararea cu postcalculul) se încheia în decada a treia a lunii următoare în jurul datei de 25—26.

Deci ori de cîte ori aveau loc în producţie fenomene negative, ele puteau fi analizate în detaliu numai cu o lună mai tîrziu după producerea lor şi astfel decizia se fundamenta fără operativitate, lăsînd ca situaţia să mai persiste o bună bucată de timp.

Sesizarea acestor aspecte a dus la o analiză a situaţiei şi la găsirea mijloacelor de remediere.

Astfel, un colectiv din cadrul întreprinderii, în strînsă colaborare cu specialişti de la centrele de calcul din Cluj Napoca şi ulterior cu cel de la Baia Mare, au iniţiat o amplă analiză a situaţiei care a condus la concluzia, că există posibilităţi, să se întocmească un proiect, prin aplicarea căruia, evidenţa producţiei să se ţină cu ajutorul calculatorului electronic.

Prin aceasta s-a reuşit ca, dat fiind viteza foarte mare de efectuare a calculelor la calculator, să se obţină, în timp scurt, un volum foarte mare de informaţii cu un caracter analitic atît de avansat încît să ofere toate detaliile la orice nivel ierarhic, începînd cu şeful formaţiei de lucru şi pînă la conducătorul unităţii.

Printr-un program de calcul s-a introdus în memoria calculatorului sau în memoriile auxiliare toate normativele prevăzute în indicatoarele de deviz pentru lucrări geologice Lg 3 şi Lg 4, sistematizîndu-le, iar pentru lucrările de foraj folosind şi unele relaţii matematice.

Spre a asigura un control suplimentar şi scurtarea timpului de curgere a datelor pentru operaţiile prevăzute în indicatoare s-au păstrat simbolizările. Spre exemplu la operaţiile de excavare a galeriilor în loc să se scrie : „Săpare galerie profil 4,7 m², rocă foarte tare“ se înregistrează doar simbolul operaţiei „Ag 14“.

În cazul folosirii calculatorului se poate renunţa la toate documentele purtătoare de informaţii în afară de carnetul de recepţie şi imprimatul de înscriere a datelor recepţionate fără a se mai efectua nici o operaţie aritmetică cu acestea.

Astfel, pentru lucrările de foraj geologic s-a stabilit documentul „IPEG-F-01“, iar pentru lucrările geologice miniere „IPEG-M-02“.

În aceste formulare se înscriu doar simbolizările lucrărilor şi cantităţile fizice recepţionate şi ele folosesc la perforarea cartelelor.

Introducînd aceste date primare o singură dată se obţin la perioadele dorite (lunar sau cumulat) pe fiecare locaţie de foraj şi pe fiecare loc de muncă la lucrările miniere, informaţiile dorite şi necesare analizării fenomenelor economice.

Listele rezultate conţin cantităţile fizice executate pe tipuri de sondeze, trepte de adîncime, tipuri de scule tăietoare, grupate pe durităţi de rocă. Similar, pentru lucrările miniere, realizările fizice se obţin grupate pe profiluri de excavare, durităţi de rocă, genuri de lucrări, feluri de susţinere, grad de mecanizare etc.

În același timp se obține valoarea totală a lucrărilor realizate, defalcată după dorință pe articole de deviz cum ar fi : materiale, manoperă, utilaj, transport, cheltuieli indirecte. De asemenea, articolul de deviz „utilaj" este redat defalcat pe componentele : amortisment, reparații, piese de schimb, materiale pentru utilaje și manoperă pentru utilaje.

Capitolul „materiale" este redat analitic ; la lucrările de foraj, materialele sînt calculate în cantități fizice și în valori grupate în funcție de dimensiunile sculelor tăietoare, iar la lucrările miniere cantitativ și valoric pe locuri de muncă și grupate pe genuri de lucrări : galerii, suitori, puțuri, șanțuri, redeschideri, excavații subterane, probe geologice și întreținere de lucrări vechi.

La rîndul lor aceste informații se pot obține grupate pe raioane, secții și pe total întreprindere.

Prin programul întocmit la valorile obținute se mai adaugă valoarea materialelor nenormate și contravaloarea măsurătorilor de deviere la foraj, apoi beneficiul și comisionul B.I. pentru toate lucrările, obținîndu-se în final și situația pentru decontare a producției la bancă.

Toate aceste informații, după caz, pot fi cumulate pe trimestre, semestru, an sau alte perioade calendaristice.

Din observațiile făcute în timpul implementării acestui program, a rezultat, că pentru înscrierea datelor în documentele primare premergătoare perforării cartelelor pentru activitatea minieră și de foraj este nevoie de circa 16 ore om pe lună.

Printr-o mai bună organizare a muncii și o perfecționare a personalului, care lucrează în acest domeniu, toate informațiile legate de calculul producției conform prețurilor de deviz, antecalculația de preț de cost și consumurile de materiale normate se pot obține într-o singură zi.

Consumul de timp pentru calcularea, centralizarea și scrierea tuturor informațiilor la un număr de 51 locații de foraj este de circa 20 minute, iar pentru circa 157 lucrări miniere, de circa 35 minute.

Din experiența noastră constatăm marele avantaj al trecerii la calcularea producției cu mijloace automatizate, deoarece aceasta reprezintă primul pas pentru mecanizarea completă a operațiilor de obținere a informațiilor.

Principiul de bază, care s-a urmărit la stabilirea noului sistem informațional, a fost cel de a asigura pentru toți factorii de răspundere, de la nivelul locului de muncă pînă la conducerea întreprinderii, informații suficiente, suporți de bază în luarea deciziilor la oricare din treptele ierarhice, cunoscînd, că o informație bună este temeiul unei intervenții complete și prompte în organizarea și conducerea procesului de producție.

Introducerea sistemului de prelucrare a informațiilor cu ajutorul calculatorului în activitatea de cercetare geologică deschide perspectiva extinderii acestuia și pentru alte genuri de evidențe, cu tendința justificată de a integra în final toate informațiile într-o listă, prelucrate în așa fel, încît să ușureze cît mai mult analiza situației și stabilirea măsurilor ce se impun, pentru o mai bună organizare a producției și a muncii, cu un consum de timp foarte scurt comparativ cu vechile sisteme de evidențe.

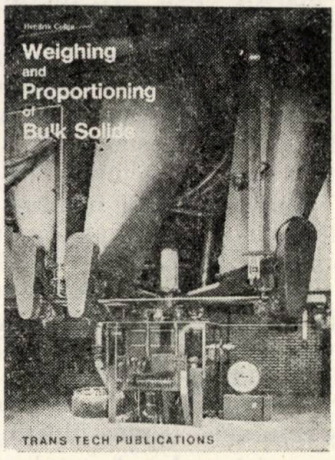
Aplicarea sistemului de evidență cu folosirea calculatorului nu trebuie să conducă neapărat la ideea, că prin aceasta trebuie reduse funcțiile, care mai înainte prelucrau informațiile cu echipament de birou. Acestora li se schimbă numai caracterul muncii, prin aceea, că în loc de a efectua mii de calcule elementare, li se creează posibilitatea să dispună de mai mult timp, pentru ca să analizeze fenomenele economice, să le aprofundeze și să le stăpînească mai bine în scopul optimizării producției.

EXPLORAREA PETROLULUI ÎN MĂRI CU APĂ ADÎNCĂ O NOUĂ FRONTIERĂ

Explorarea petrolului în mări cu adîncimea de peste 200 m este considerată o nouă etapă importantă în goana după petrol, care ar putea conduce la creșterea considerabilă a rezervelor mondiale de petrol. Pînă în prezent majoritatea forajelor de explorare s-au limitat la cercetarea bazinelor sedimentare din platformele continentale puțin adînci de pe lîngă țărmuri. Această restricție a fost determinată nu de lipsa unor rezerve potențiale de petrol în zonele de apă mai adîncă, ci din considerente de ordin economic și tehnologic. O analiză atentă a repartiției bazinelor sedimentare de pe fundul mărilor arată că numai o proporție mică din volumul lor se găsește în ape cu adîncimea sub 200 m și mai bine de jumătate din sedimentele cu rezerve potențiale de petrol sînt acoperite cu ape avînd adîncimi de peste 3 000 m. Pînă în prezent numai un volum relativ mic de rezerve de petrol marine au fost puse în evidență prin explorări, ceea ce înseamnă că, depășind limitele economice și tehnologice care restrîng activitatea de explorare numai la ape de mică adîncime, potențialul rezervelor de petrol poate crește în mod impresionant. Tehnologia forajului în ape adînci se află în utimele etape de dezvoltare, lucru dovedit de experiența cîștigată de „Glomar Challenger" în ape cu adîncimea de peste 3 000 m, care a demonstrat că forajul în ape adînci nu necesită o tehnologie prea avansată față de aceea folosită în mod obișnuit. Astfel, sistemele de ancorare existente se pot folosi în ape pînă la adîncimea de 1050 m, iar în șantiere se construiesc nave de foraj fără restricții pentru adîncimi de apă. Tendința spre folosirea prevenitoarelor de erupție fixate pe fundul mării și a altor dispozitive montate la gura sondei sînt pe cale să îndepărteze rapid restricțiile impuse tehnologiei de foraj în ape adînci. Tehnologia de extracție este de asemenea mult avansată ; fixarea pe fundul mării de instalații auxiliare a devenit o rutină, iar rezervoare mari plutitoare pot fi văzute în Marea Nordului. Și din punct de vedere economic restricțiile principale au fost înlăturate, ca urmare a noilor prețuri ridicate ale petrolului și faptului că progresele tehnologice realizate la forajul de explorare și producție în ape adînci să reducă în mod real costurile. Aceste tehnologii permit întreprinderea de acțiuni care nu necesită cheltuieli enorme de ordinul cerut în prezent de folosirea platformelor marine actuale.

The Oil and Gas Journal, 17 febr. 1975, p. 88

RECENZII



Colijn Hendrik. **Cîntărirea şi dozarea materialelor solide în vrac.** Trans Tech Publications, Ed. I. 1975, 455 pagini. format 20 × 30 cm, 350 figuri, 71 ref. biblio (lb. engleză).

Dezvoltarea rapidă a sistemelor de cîntărire automată pe flux, destinate materialelor solide în vrac, în ultimele decade a lăsat un gol în literatura de specialitate cu privire la explicarea teoretică şi practică a diferitelor instalaţii şi aparate încorporate în aceste sisteme şi care să se adreseze, în primul rînd, personalului tehnic din producţie. După cum se ştie operaţia de cîntărire a diferitelor produse reprezintă cheia unei organizări raţionale a transportului şi distribuirii oricăror produse. Prin cîntărirea materialelor în flux se efectuează o determinare cantitativă care permite dirijarea unui model de flux cu parametri măsuraţi. Astfel funcţionarea sistemului poate fi analizată în mod obiectiv şi orice deficienţă sau dezechilibru poate fi localizat şi programat pentru o îmbunătăţire raţională. Fără posibilitatea de cîntărire precisă a produselor nu se poate vorbi de o automatizare efectivă a sistemului de distribuire a fluxului de materiale care să răspundă nivelului calitativ cerut, iar folosirea progreselor tehnice, în special din domeniul electronicii şi cel nuclear, contribuie mult la rezolvarea metodologiei de cîntărire şi a tehnologiei.

Cartea lui Colijn Hendrik, un specialist în materie de cîntăriri industriale moderne, îndeplineşte tocmai acest rol de a explica principiile teoretice şi constructive ale noilor instalaţii de cîntărire. Lucrarea este desfăşurată în 11 capitole.

În cap. 1 se prezintă un scurt istoric al cîntăririi, originea şi dezvoltarea unor unităţi simple de măsurare, primele mijloace de cîntărire, sistemele de măsură englez şi metric.

Cap. 2 tratează principiile de bază ale cîntăririi, definirea masei şi a greutăţii, prezentarea etaloanelor internaţionale, selectarea metodelor de cîntărire, depozitarea produselor solide, mod de alimentare a instalaţiilor şi cîntărirea materialelor în flux, concepţii de cîntărire (pre- şi postcîntărirea, cîntărirea cumulativă cu mijloace electronice), erori de cîntărire.

Cap. 3 intitulat *Transmiterea forţei mecanice* analizează statica sistemelor de cîntărire după teoria pîrghiilor influenţa frecării şi legile ei, pivoţi şi elemente de încovoiere, dispozitive de amortizare (cu aer, ulei, termostatice).

În cap. 4 se tratează problema detectării sarcinii şi măsurarea forţelor. După ce se defineşte forţa şi unităţile de măsură se tratează pe larg măsurarea forţei pe cale electronică (traductori pe 8 principii, caracteristicile de măsurare, precizia, histereza, efectele mediului înconjurător). Sînt descrise elemente standard de balansiere cu contragreutate, pendulare, din elemente elastice (dinamometre), traductoare de forţă magneto-elastice, doze de presiune tensometrice, traductoare de forţă capacitive şi piezoelectrice, cu coardă vibrantă. Balansierele pneumatice şi hidraulice (tip Bourdon) sînt descrise amănunţit, împreună cu dozele construite pe principii pneuomohidraulice. La sfîrşitul acestui capitol se analizează teoretic forţele ascensionale şi cele magmatice ca elemente de echilibrare în sistemele de cîntărire, cu exemplificări aplicative.

Cap. 5 se ocupă de cîntarele cu buncăr şi sistemele de dozare automate pentru cîntărirea prestabilită a unor volume mari de materiale cu cantităţi mici de adaosuri de unul sau mai multe sortimente; se arată metodele de programare a reţelelor cu un exemplu caracteristic aplicativ. În continuare se descriu criteriile de proiectare a instalaţiilor mecanice, electrice şi a elementelor logice; se prezintă sisteme automate de dozare speciale (mobile, combinate cu un sistem de ambalare a produselor în saci şi altele).

Cap. 6 şi 7 tratează cîntarele pentru camioane şi cale ferată ca şi pentru transportoarele cu benzi. Se arată considerentele care stau la baza alegerii diferitelor tipuri de cîntare şi caracteristicile mijloacelor de transport care se cer la achiziţionare. Se arată principiile după care se amplasează instalaţiile de cîntărire şi modul de proiectare a acestor amplasamente (cu sau fără subsol). Se analizează precizia de măsurare în condiţiile deplasării vehiculelor, a cîntăririi trenurilor, efectul de cuplare a vagoanelor, oscilarea acestora etc. Se arată modul de etalonare şi încercare (norme). În cazul transportoarelor cu bandă se analizează în detaliu traductorii de viteză, tacometri numerici, integratorii şi totalizatorii, sisteme electrice de integrare (analoge şi numerice). Este dezvoltată teoria generală a efectelor de bandă (forţa pe aliniament, forţele de frecare) care trebuie să stea la baza corecţiilor de cîntărire, a etalonării şi încercării cîntarelor de bandă.

În cap. 8 se descriu cîntarele folosite la alimentarea din buncăre. Se dezvoltă aspectele de curgere a materialelor solide în buncăre, dimensiunile gurilor de descărcare, viteza de scurgere, segregarea şi mijloacele de preîntîmpinare, criterii de proiectare, alimentatoarele cu bandă, vibrante, cu melc, cu rotori cu buzunare; se arată concepţiile cîntarelor de alimentare: cu deschidere variabilă, cu viteză variabilă şi de tip integrator.

Cap. 9 tratează cîntarele nucleare cu o introducere asupra teoriei radioactivităţii (grad de absorbţie). Se descrie cîntarul pentru bandă cu sursă nucleară punctuală şi liniară, împreună cu instalaţiile auxiliare, urmată de probleme de protecţie contra iradierilor.

În cap. 10 sînt explicate dispozitive reactive la curgerea unui material, care spre deosebire de cîntarele de bandă şi de dozare, măsoară viteza de curgere a masei de material granular, deci reprezintă mijloace de cîntărire tipice de flux. Ele ocupă un spaţiu mic şi se integrează în instalaţii sub forma unor racorduri verticale (tipul YARWAY) în mijlocul căruia se află detectorul influenţat de căderea liberă a materialului. Tot aici se descrie dispozitivul cu torsiune Dezurik, după care se prezintă scheme pentru reglarea alimentării cu materiale folosind aceste dispozitive reactive. Ultimul capitol tratează sistemele de distribuire proporţională a diferitelor materiale în vederea realizării unui produs cu caracteristici determinate. Se descrie elementul de bază cu o singură buclă care repetat de un număr de ori dorit poate constitui un sistem cu mai multe unităţi dirijate manual sau cu ajutorul unui aparat de citit cartele. Se dau schemele de funcţionare ale acestor sisteme.

Cartea cuprinde la sfîrşit un apendix cu calcule explicative, precum şi un glosar de termeni tehnici mai importanţi. Modul de prezentare grafică şi claritatea figurilor este de nivel superior şi se remarcă printr-o notă cu caracter practic accentuat.

Lucrarea se adresează inginerilor şi tehnicienilor din industria minieră (exploatare şi preparare) fiind utilă şi în domeniul de cercetare-proiectare, precum şi studenţilor din învăţămîntul superior. Cartea poate fi consultată la biblioteca M.M.P.G., din Bucureşti, Calea Victoriei 109.

Ing. **Benea Ştefan**

INFORMAȚII

Despre resursele mondiale de energie

Comitetul consultativ pentru ancheta asupra resurselor energetice din cadrul O.N.U. a publicat recent darea de seamă pe anul 1974. Din bogatul material conținut în această dare de seamă prezentăm, în cele ce urmează, unele extrase, în scopul de a da cîteva informații utile cititorilor noștri.

Rezervele naturale de energie sînt constituite din zăcămintele de combustibili fosili sau din substanțe nucleare, acumulările de apă sau de căldură telurică; de asemenea, ele se pot prezenta și sub alte forme naturale înainte de a fi transformate de om pentru a deveni utilizabile.

Unele forme de energie care au avut o oarecare importanță în secolul trecut (folosirea lemnului drept combustibil, utilizarea directă a energiei hidraulice pentru aplicații mecanice, energia eoliană) se utilizează astăzi într-o proporție mult mai redusă. În anul 1900, aproape 95% din energia comercială mondială provenea din cărbune, peste 4% din petrol și gaze naturale, iar energia electrică intervenea cu mai puțin de 1%. De atunci, omenirea depinde din ce în ce mai mult de combustibilii fosili și în cadrul acestor combustibili proporția de petrol și gaze naturale a crescut considerabil față de cărbuni (fig. 1).

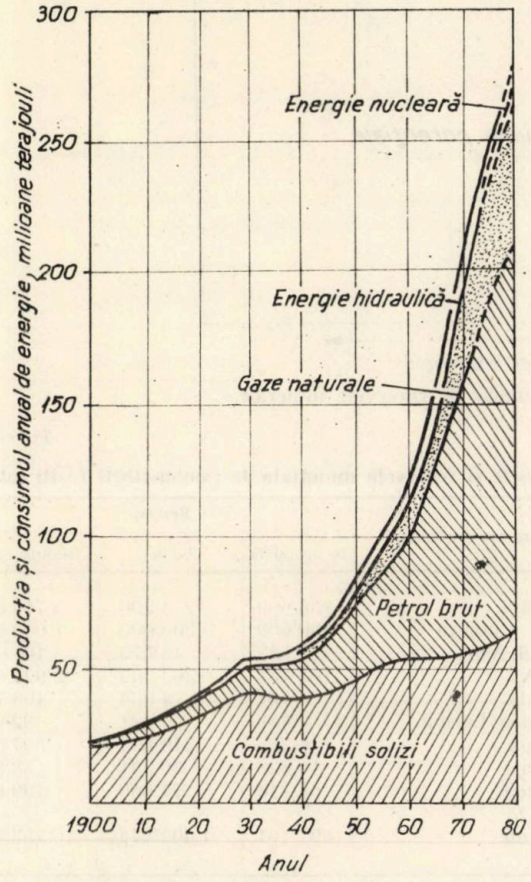


Fig. 1. Utilizarea resurselor energetice mondiale în secolul XX.

Producția mondială de energie actuală reprezintă mai mult de zece ori producția din anul 1900 și mai mult de 5 ori producția anului 1924. În ultimii 50 de ani populația globului aproape s-a dublat, iar consumul de energie pe locuitor este aproape de trei ori mai mare. Creșterea medie a producției mondiale de energie în acest interval a fost de 3,5% pe an, iar în ultimii 25 de ani creșterea medie a fost de 4,8% pe an.

Dacă se menține nivelul actual al producției de energie, în următorii 25 de ani se va produce mai mult decît totalul producției din primele trei sferturi ale secolului. Dacă însă creșterea va fi în ritmul din ultimii 25 de ani, atunci producția din ultimul sfert al secolului va fi de 2,25 ori mai mare decît producția din primele trei sferturi de secol.

În tabelul 1 este redată variația producției mondiale de energie în intervalul 1900 — 1985, iar în figura 1 se observă creșterea producției mondiale de energie pînă în 1980, sub diferite forme.

Tabelul 1

Creșterea producției mondiale de energie

Anul	Producția anuală (mil. t. comb. echiv.)	Creșterea față de anul precedent (%/an)	Populația globului (mil. locuitori)	Producția de energie pe locuitor (gigajouli/an)
1900	775	—	1571	14
1925	1565	2,9	1965	23
1950	2765	2,2	2486	32
1960	4100	4,0	2982	40
1965	5371	5,5	3289	47
1970	6990	5,4	3632	55
1973 (estimare)	8060	4,9	3855	60
1985 (estimare)	13700	4,5	4838	81

Dezvoltarea anumitor resurse de energie și a noilor tehnologii de producere a energiei este determinată, în primul rînd, de considerații economice și tehnice, la care se adaugă măsurile de protecție a mediului înconjurător.

Una din principalele probleme de viitor va fi obținerea unei mai mari egalități internaționale în ce privește procurarea și folosirea resurselor de energie. Va trebui să se satisfacă consumul în creștere din țările industrializate, dar în același timp să se ajute țările în curs de dezvoltare pentru ca acestea să obțină energia necesară procesului de dezvoltare. Speranțele sînt îndreptate spre folosirea intensivă a energiei nucleare mai ales dacă supraregeneratoarele vor reuși să devină economice într-un viitor apropiat. Folosirea directă a energiei solare și a energiei geotermice, pe scară largă, va putea căpăta o oarecare importanță numai în secolul XXI. În schimb, numeroasele surse de energie hidraulică neexploatate din țările în curs de dezvoltare vor putea acoperi o bună parte din consumul țărilor respective. Pe de altă parte cele mai importante zone de deșert în care s-ar putea folosi energia solară se găsesc în țările în curs de dezvoltare încît această sursă de energie ar putea fi luată în considerare mai ales în aceste țări.

Întrucît utilizarea noilor forme de energie necesită transformarea schemelor existente de folosire a acesteia se consideră că dependența de combustibili fosili va mai fi simțită pînă la finele secolului și chiar mai tîrziu.

1. Combustibilii fosili *

Resursele mondiale de combustibili fosili sînt de ordinul a 12 milioane de megatone (10^{12} tone.) Dacă în ce privește

*) Fără șisturile și nisipurile bituminoase.

totalul combustibililor fosili rezervele sînt suficiente pentru mai multe sute de ani, rezervele de petrol și gaze naturale sînt mai limitate. Rezervele recuperabile de petrol brut sînt de 91 600 megatone, iar cele de gaze naturale 37 400·megatone (52 500 km³). Din șisturile și nisipurile bituminoase s-ar mai putea recupera 230 000 megatone petrol și kerogen.

Combustibilii fosili solizi * sînt foarte răspîndiți în lume, resursele mondiale cunoscute ajungînd pînă la 10,8 mil. megatone, din care 1,4 mil. megatone sînt rezerve economice cunoscute și din acestea numai 0,6 mil. megatone sînt considerate recuperabile în stadiul actual de tehnologie și al prețului.

În ce privește relația dintre resurse și rezerve, se dă ca exemplu diagrama trasată de McKelvey (fig. 2) în care resursele totale sînt alcătuite din resurse descoperite și resurse presupuse. Din punct de vedere economic, resursele se împart în exploatabile economic și neexploatabile economic, în prezent. Acestea din urmă se împart în paramarginale și submarginale, după prețul de cost. Diagrama are în ordonată

2. Șisturile și nisipurile bituminoase

O importantă sursă potențială de energie există în hidrocarburile care se găsesc în șisturile nisipurilor bituminoase. Aceste hidrocarburi diferă de petrol datorită faptului că se găsesc în stare foarte vîscoasă pînă la semi-solidă și solidă încît nu se pot recupera prin metodele clasice de extracție a petrolului. Substanțele solide din șisturile bituminoase, kerogenul, se transformă în petrol brut și hidrocarburi prin hidrogenare. Substanța care se extrage din nisipurile bituminoase, denumită adesea nisip asfaltic, este un bitum greu, o hidrocarbură neagră naftenică, cu o viscozitate ridicată și o greutate specifică în jurul unității.

Șisturile și nisipurile bituminoase au fost exploatate pe scară redusă în lume, deoarece s-au găsit rezerve importante de petrol și gaze naturale, care au putut fi extrase în condiții mai avantajoase. În Canada, care are mari zăcăminte de nisipuri bituminoase, s-a produs din acestea petrol brut sintetic începînd din 1967, la Athabasca ; nisipurile bituminoase

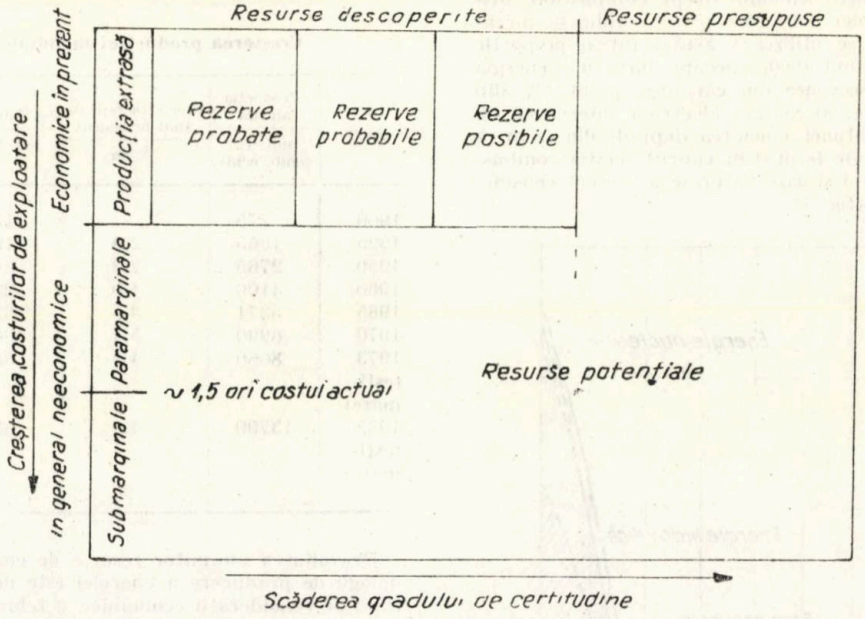


Fig. 2. Diagrama lui McKelvey pentru resursele și rezervele minerale.

variația prețului de cost și în abscisă variația gradului de certitudine asupra resurselor.

Linia de la baza dreptunghiului cu rezerve reprezintă prețul de cost al exploatării maximum admisibil în condițiile actuale. În diagramă dreptunghiul cu rezerve este sinonim cu rezervele în situ și numai o fracțiune din acestea este considerată ca rezervă recuperabilă. Din acest punct de vedere resursele și rezervele mondiale de combustibili fosili solizi repartizate pe continente și pe țările care au cele mai importante rezerve se prezintă coform celor arătate în tabelul 2.

Resursele și rezervele mondiale de petrol brut sînt repartizate după cum se arată în tabelul 3.

În ce privește gazele naturale cifrele stabilite prin studiile efectuate de Conferința mondială a energiei sînt redate în tabelul 4.

La cifrele de mai sus trebuie să se adauge resursele și rezervele de gaze naturale lichide, al căror volum variază foarte mult de la o estimare la alta. După stadiul Conferinței Mondiale a Energiei rezervele recuperabile de gaze lichide ar fi de 1 321 megatone.

În tabelul 5 se arată repartiția procentuală a rezervelor recuperabile de petrol și gaze naturale pe continente și regiuni geografice mai importante.

* Prin combustibilii fosili solizi se înțeleg toate varietățile de cărbune de la turbă la antracit ; nisipurile și șisturile bituminoase, deși sînt solide, se tratează separat.

Tabelul 2

Resursele și rezervele mondiale de combustibili fosili solizi *

Țara sau continentul	Rezerve		Resurse totale
	recuperabile	totale	
U.R.S.S.	136 600	273 200	5 713 600
R. P. Chineză	80 000	300 000	1 000 000
Restul Asiei	17 549	40 479	108 053
S.U.A.	181 781	363 562	2 924 503
Canada	5 537	9 034	108 777
America Latină	2 803	9 021	32 928
Europa	126 775	319 807	607 521
Africa	15 628	30 291	58 844
Oceania	54 518	74 699	199 654
În lume	591 191	1 402 274	10 753 880

* Prin combustibili fosili solizi se înțeleg toate varietățile de cărbune de la turbă la antracit ; nisipurile și șisturile bituminoase deși sînt solide se tratează separat.

s-au mai exploatat în U.R.S.S., Albania, R.S. România și Trinidad. Șisturile bituminoase au fost exploatate pe scară mai largă, producția industrială începînd de la mijlocul secolului XIX. Primele țări producătoare de petrol sintetic din aceste șisturi au fost Scoția și U.R.S.S. (R.S.S. Estonă), după care a urmat : Franța, Suedia, R. F. Germania, Spania, Africa de Sud, Australia și R. P. Chineză. S-a estimat că

Tabelul 3

Resursele şi rezervele mondiale de petrol brut (în megatone)

Continente, regiuni geografice, ţări	Resurse*)	Rezerve recuperabile**)
Africa	38 372 — 383 720	12 848
R. P. Chineză	1 500 — 15 000	1 726
Extremul orient (fără RP Chineză)	11 430 — 114 300	2 900
Orientul Mijlociu	51 900 — 519 000	50 237
U.R.S.S.	15 000 — 150 000	8 138
Europa de est	750 — 7 500	374
Restul din Europa	7 575 — 75 750	1 020
Zona Caraibelor	482 — 4 820	287
Canada	1 500 — 15 000	1 075
Mexic	15 000 — 150 000	414
America Centrală	630 — 6 300	
S.U.A.	15 000 — 150 000	5 569
Venezuela	15 000 — 150 000	6 093
Restul din America de Sud	8 100 — 81 000	1 506
Oceania	1 530 — 15 300	229
În lume	183 769 — 1 837 690	91 525

* După United States Geological Survey, 1973.
** După studiul Conferinţei Mondiale a Energiei, 1974.

Tabelul 4

Resursele şi rezervele mondiale de gaze naturale (în km³).

Continente, regiuni geografice, ţări	Resurse	Rezerve recuperabile
Africa	2 680 — 4 745	5 709
Extremul Orient (inclusiv R. P. Chineză)	979 — 1 024	2 357
Orientul Mijlociu	6 074 — 6 607	9 884
U.R.S.S.	70 404	17 136
Europa (fără U.R.S.S.)	4 255	4 513
S.U.A.	56 640	7 556
America de Nord (fără S.U.A.)	2 137	3 093
America de Sud	1 557 — 1 635	1 591
Oceania	208	693
În lume	144 934 — 147 655	52 532 (37 400 megatone)

producţia de hidrocarburi din şisturi, de la început pînă anul 1961, nu a depăşit cantitatea de 55 megatone.

Şisturile şi nisipurile bituminoase se găsesc în toate continentele şi în unele cazuri zăcămintele cele mai importante ale fiecărui continent sînt situate în aceeaşi regiune geografică. Cu toate că amplasamentele zăcămintelor sînt destul de bine cunoscute, informaţiile asupra calităţii, grosimii şi întinderii sînt insuficiente pentru a face o estimare exactă a conţinutului de energie. Cele mai mari zăcăminte de nisipuri bituminoase se găsesc în 9 ţări: Angola, Albania, R. S. România, Republica Malgaşă, U.R.S.S., Venezuela, Trinidad, Canada şi S.U.A., eventual şi în Columbia. Dintre toate aceste zăcăminte cele din Canada, care sînt complet cartografiate, conţin cele mai mari cantităţi de hidrocarburi.

Cele mai mari rezerve de şisturi bituminoase cunoscute sînt în emisfera de nord (Canada, S.U.A., U.R.S.S., R. P. Chineză, Europa de sud, est şi nord, Brazilia şi Zair.)

Tabelul 5

Continente, regiuni geografice, ţări	Repartiţia procentuală a rezervelor recuperabile	
	petrol	gaze naturale.
Africa de vest	1,3	2,4
Centrul Africii	1,0	0,7
Africa de nord	11,7	7,6
Total Africa	14,0	10,7
Africa de est	1,9	1,3
Asia de sud-centrală (inclusiv Iran)	9,8	12,7
Asia de sud-est	2,0	1,2
Asia de sud-vest	45,2	8,0
Total Asia	58,9	23,2
Europa de vest	0,14	4,7
Europa de est	0,41	0,87
Europa de nord	0,84	2,6
Total Europa	1,39	8,17
U.R.S.S.	8,9	32,6
America de Nord	7,2	19,3
America Centrală	0,45	0,58
Total	7,65	19,88
America de Sud tropicală	7,9	2,4
Oceania	0,25	1,3
Alte regiuni (Africa de est şi de sud, Jamaica, Europa de sud, zona Caraibelor şi America de Sud din zonele temperate)	1,01	1,75

Nu se poate face o estimare a resurselor mondiale potenţiale de hidrocarburi provenite din şisturi şi nisipuri bituminoase, deoarece cea mai mare parte din ţările care posedă astfel de zăcăminte nu au cifre definitive.

Pentru uleiurile de şist s-a făcut o estimare bazată pe informaţiile geologice şi litologice care este redată în tabelul 6.

Tabelul 6

Estimarea resurselor mondiale de uleiuri din şisturile bituminoase (în megatone)

Continentul	Resurse identificate		Resurse ipotetice	
	Randamentul în uleiuri 0,1 — 0,4 l/kg	0,04 — 0,1 l/kg	Randamentul în uleiuri 0,1 — 0,4 l/kg	0,04 — 0,1 l/kg
Africa	15 500	puţin	nu este estimat	
Asia	14 000	2 170	310	575 000
Oceania	puţin	160	nu s-au estimat	
Europa	10 900	930	15 500	31 100
America de Nord	60 600	232 000	50 800	246 000
America de Sud	puţin	124 000	nu s-au estimat	
				497 000
În lume	101 000	359 300	66 600	1 349 000

În ce priveşte conţinutul nisipurilor bituminoase, nu există un tabel asemănător însă se estimează un total de 147 600 megatone bitum conţinut în cele mai mari zăcăminte.

Exploatarea acestor substanţe se face prin extragerea la suprafaţă (exploatare la zi sau în subteran) fie prin recuperarea in situ. Acest ultim procedeu se aplică la zăcăminte

cu conținut redus în uleiuri sau la cele cu grosime redusă, folosindu-se trei variante de pătrundere în zăcămînt : electrofracturarea, fracturarea hidraulică și fracturarea cu explozivi (chimici sau nucleari) ; după ce s-au obținut căile de comunicație necesare se introduc vapori sau se aplică o tehnică de combustie în situ, pentru topirea materiei organice și dirijarea ei spre suprafață. Față de metodele de exploatare directă a șisturilor sau nisipurilor bituminoase, recuperarea în situ prezintă avantajul că elimină problemele de poluare a mediului înconjurător și în special extragerea importantelor volume de șisturi sau nisipuri, din care se extrage apoi materia organică.

3. Alți combustibili solizi

În măsura în care au apărut combustibilii fosili, lemnul deșeurile agricole și altele s-au folosit în măsură mai redusă, astfel că în anul 1967 numai 4% din energia totală mondială provenea din surse de energie neindustrializate, însă de acestea depindea încă jumătate din populația globului.

4. Energia hidraulică

Resursele de energie hidraulică și folosirea lor diferă esențial de combustibilii fosili și combustibilii nucleari datorită faptului că deși potențialul lor este mai redus, resursele de energie hidraulică se regenerează continuu ; pe de altă parte, folosirea acestor resurse se face la temperatura ambiantă prin transformarea energiei potențiale în energie cinetică, mai ales pentru producerea electricității, pe cînd combustibilii amintiți sînt utilizați pentru producerea căldurii care servește apoi direct sau indirect pentru producerea electricității. În ce privește poluarea, folosirea resurselor hidraulice este considerată ca procedeul cel mai „curat" de producere a energiei electrice la scară industrială, pe lîngă avantajele pe care le prezintă pentru regularizarea cursurilor de apă, irigații, navigație etc.

Totalul reurselor hidraulice pe continente, regiuni geografice și unele țări este redat în tabelul 7.

5. Energia nucleară

Combustibilii nucleari vor juca un rol din ce în ce mai important pentru producerea energiei electrice și se va ajunge probabil ca, pînă la finele secolului aceștia, să constituie principalul mijloc de producere a energiei electrice în întreaga lume. Izotopul U-235 consumat în reactoare clasice răcite cu apă va mai fi încă combustibilul nuclear, dominant, însă se consideră că în jurul anului 1990 reactoarele supraregeneratoare, alimentate cu plutoniu provenind din izotopul cel mai curent U-238 vor fi folosite în mod comercial. Aceasta ar conduce la utilizarea a 60% din energia uraniului natural, față de circa 1% în reactoarele clasice. S-ar mai putea folosi supraregeneratoare cu ciclu toriu U-233, însă înainte de acestea o cantitate limitată de toriu ar putea alimenta reactoarele convertizoare de tipul HTGR.

La începutul secolului următor este probabil ca reactoarele cu fuziune să fie folosite la scară industrială, fiind alimentate cu tritiu (derivat din litiu) sau cu deuteriu. *La sfîrșitul perioadei de tranziție de la supraregeneratoare la reactoarele cu fuziune alimentate cu deuteriu se pare că nu va exista problema aprovizionării cu combustibil pentru producerea electricității.*

În consecință, consumul de uraniu va crește sensibil în perioada reactoarelor clasice și va diminua după intrarea în funcțiune a supraregeratoarelor în măsura în care stocurile de rezerve de uraniu sărăcit provenind din uzinele de îmbogățire a U-235 vor fi folosite la supraregeneratoare. Cererile de toriu vor fi reduse pînă cînd supraregeneratoarele vor ajunge într-un stadiu avansat. Litiul va putea fi un combustibil intermediar suplimentar pînă în secolul următor cînd deuteriul va fi unica sursă de energie de fuziune.

Resursele cunoscute de uraniu care se pot exploata cu un preț rezonabil (pînă la 26$/kg U) totalizează 984 474 tone, față de 4 023 948 tone resurse totale de uraniu. Repartizarea lor pe țările cu cele mai importante resurse este redată în tabelul 8.

Tabelul 7

Totalul resurselor hidraulice și utilizarea lor actuală

Continente, regiuni geografice, țări	Resurse totale * GWh/an	Puterea instalată MW	Producția anuală GWh/an	Proporția resurselor utilizate** %
Africa de vest	222 839	1 579	5 248	2,4
Africa de est	667 267	2 201	11 959	1,8
Centrul Africei	1 022 400	1 104	4 901	0,4
Africa de nord	80 930	3 090	7 310	9,0
Africa de sud	26 498	180	750	2,8
Total Africa	2 019 934	8 154	30 168	1,5
Japonia	130 004	19 897	82 270	63,3
Asia de est	1 343 208	14 752	55 261	4,1
Asia de sud-centrală	451 698	8 664	45 900	10,2
Asia de sud-est	637 298	2 571	11 083	1,7
Asia de sud-vest	75 961	1 234	3 919	5,2
Total Asia (fără U.R.S.S.)	2 638 169	47 118	198 433	7,5
Europa de vest	161 266	33 928	118 266	73,3
Europa de sud	218 654	33 465	109 108	49,9
Europa de nord	279 406	30 429	139 159	49,8
Europa de est	63 042	6 176	15 784	25,0
Total Europa (fără U.R.S.S.)	722 368	103 998	382 317	52,9
U.R.S.S.	1 095 000	31 500	123 000	11,2
America de Nord (inclusiv zona Caraibelor)	1 487 847	90 210	453 334	30,5
America de Sud	1 637 031	18 773	91 415	5,6
Oceania	202 071	7 609	28 897	14,3
În lume	9 802 420	307 362	1 307 564	13,3

* Se ia în considerare producția de energie electrică anuală mijlocie.
** Idem.

În ce privește toriul, întrucît consumul mondial este de circa 1 000 tone/an, resursele cunoscute depășesc cu mult cererea actuală, de aceea pînă la exploatarea industrială asupra regeneratoarelor nu sînt necesare noi explorări pentru creșterea resurselor de toriu. Cele mai multe zăcăminte cu toriu au fost descoperite pînă acum în urma cercetărilor făcute pentru alte minerale : ilmenita, zirconiu, casiterita, care coexistă cu monazita (principalul minereu de toriu) ; pe lîngă aceasta unele minereuri de uraniu conțin mici cantități de toriu care se recuperează ca un subprodus. Resursele recuperabile de toriu, la prețul de cel mult de 26 $/kg de toriu, cunoscute, însumează 1,73 mil. tone.

Tabelul 8

Ţări avînd cele mai importante resurse de uraniu în tone uraniu elementar

Ţări	Resurse (pînă la 26 dolari/kg U)	Resurse totale	Producţia anuală recentă
S.U.A.	329 267	2 041 156	10 587
Canada	185 799	716 984	4 010
Suedia	—	308 381	7
Africa de Sud	202 000	298 004	3 075
Australia	120 000	160 049	0
Franţa	34 850	85 000	1 386
Niger	40 000	80 800	870
India	—	61 862	—
Columbia	—	51 000	—
Argentina	12 665	38 590	430
Gabon	20 400	30 240	500
Restul Europei	21 834	73 863	—
Restul lumii	16 710	78 023	—
În lume	984 474	4 023 948	20 680

6. Alte surse de energie

În acest capitol s-au luat în considerare resursele: mareemotrice, geotermice, eoliene, de origine solară şi energia termică a mărilor.

Resursele mareemotrice au o oarecare analogie cu resursele hidraulice ale cursurilor de apă fiindcă permit transformarea energiei potenţiale în electricitate prin intermediul turbinelor şi alternatoarelor; ele diferă prin faptul că mareele oceanice au un flux periodic în două sensuri, cu două maree înalte şi două maree joase pe zi, înălţimile fiind mai reduse decît la căderile cursurilor de apă, iar pe de altă parte apa de mare este mai corozivă decît apa dulce a cursurilor de apă. Se ştie că cele mai importante maree se produc în golfurile puţin adînci şi în estuarele înguste, la latitudini mijlocii sau ridicate. Cele mai puternice maree se produc în golful Fundy (Canada) avînd pînă la 11 m înălţime. Teoretic, disponibilul de energie mareemotrice mondială se estimează la 3 mil. MW, corespunzînd unei energii anuale de 26,3 mil. GWh, din care numai circa 2% este considerat ca utilizabil. Energia recuperabilă variază între 8 — 25% din energia disponibilă. Folosirea resurselor mareemotrice din toate locurile din lume unde este posibilă nu va putea reprezenta mai mult de 13 000 — 20 000 MW cu o producţie anuală de energie de 175 000 GWh.

Prima uzină mareemotrice de la Rance (Franţa) are un randament de circa 18% cu tendinţa de a ajunge la 24% cînd proiectul va fi realizat în întregime şi puterea va creşte de la 240 MW la 350 MW. Se proiectează ca între anii 1980 —1990 să se construiască în golful Fundy o uzină de 2 176 MW, cu o producţie anuală de 6 500 GWh, dacă la acea epocă uzina va mai fi competitivă. În Argentina se proiectează o uzină de 600 MW în golful St. Matias sau în golful Nucro (lîngă insula Valdes); de asemenea, s-au făcut studii în Australia, Norvegia, India şi Anglia, ale căror rezultate încă nu se cunosc. În zona Mării Albe (U.R.S.S.) unde se găseşte aproape 17% din energia mareemotrice mondială s-a construit o uzină experimentală.

Energia geotermică este mai importantă decît energia mareemotrice. Toate resursele geotermice de temperatură ridicată se găsesc în regiunile care au o activitate tectonică şi corespund limitelor plăcilor tectonice în mişcare; aceste regiuni se găsesc pe coasta Pacificului, Noii Zeelande, Indoneziei Meridionale, Europei Meridionale, micilor Antile Orientale şi în alte cîteva regiuni. De asemenea se găsesc resurse geotermice de temperatură ridicată la limitele plăcilor tectonice de formaţiune recentă, cum ar fi Islanda pe meridiana atlantică, Marea Falie din Asia şi între Siria şi Malavi. Se mai găsesc surse limitate de apă caldă în regiuni muntoase, care pot fi folosite la încălzirea locuinţelor.

Luînd în considerare resursele geotermice pînă la adîncimea de 10 km (cît permite actuala tehnologie de foraj), se estimează o cantitate de căldură de 1250×10^{24} jouli (sau 300×10^{24} calorii gram), din care numai circa un sfert se găseşte în rocile continentale. Această cantitate de căldură reprezintă de 5000 ori puterea calorifică a resurselor mondiale totale de cărbuni sau mai mult de 6 milioane ori consumul actual de energie provenind din toate sursele.

Într-un viitor apropiat, pînă se va putea găsi o tehnologie de utilizare a resurselor de căldură din roci, nu se va putea folosi decît energia hidrogeotermică, care este mult mai puţin importantă, reprezentînd numai 4×10^{21} jouli (1×10^{21} calorii-gram) pînă la adîncimea de 10 km. Din informaţiile primite de la cele 6 ţări care folosesc energia hidrogeotermică rezultă următoarele (tabelul 9).

Tabelul 9

Puterea instalată şi producţia geotermică

Tara	Anul	MW	GWh
Italia	1972	—	2 583
Noua Zeelandă	—	192	1 150
Japonia	1975	170	—
S.U.A.	1973	290	—
Mexic	—	285	—
Islanda	1972	2,6	11

Aceasta constituie numai 1% din posibilităţile pe care le prezintă resursele hidrogeotermice dacă se folosesc timp de 50 de ani, cu un randament termodinamic de 25%.

În toate aceste ţări se fac cercetări pentru extinderea centralelor; în Mexic şi Noua Zeelandă se prevede creşterea la 500 MW a actualelor centrale. Se prevede că resursele hidrogeotermice din Valea Imperială (California), vor putea furniza în final, 1 000 MW. Se construiesc uzine pilot în Etiopia (Valea Rift), Filipine, Djava, Guatemala, Guadelupa şi Chile (El Tatio). Lucrări mai puţin avansate se efectuează în India, Austria, Turcia Spania, Azore, Columbia. În U.R.S.S. producţia de electricitate de origine geotermică se limitează la trei uzine (Pauzleţk, Paratunka şi Bolkie Baniie), din peninsula Camciatca, puterea totală instalată fiind de 40 MW.

Unul din inconvenientele pe care le prezintă energia geotermică este prezenţa numeroaselor elemente dizolvate de apa caldă în trecerea sa prin scoarţa Pămîntului şi depunerea acestora în momentul folosirii.

Prin *energie solară* se înţelege energia care poate fi produsă prn folosirea directă a radiaţiei solare incidente. Aportul de energie solară pe suprafaţa Pămîntului este de circa $1{,}1 \times \times 10^{12}$ GWh, ceea ce înseamnă că aceasta reprezintă o resursă energetică foarte importantă şi continuă. Dacă energia solară se foloseşte numai în mică cantitate (1 : 20 000) ar putea acoperi întreg necesarul de energie al umanităţii.

În viitor, folosirea energiei solare directe va antrena o oarecare diversitate de aplicare, de la producerea electricităţii pe o scară mare pînă la folosirea directă ca energie calorică pentru micile instalaţii sau clădiri. Din ancheta făcută a rezultat că în Nigeria se folosesc plăcile colectoare pentru încălzirea apei, în Israel există 200 000 instalaţii pentru încălzirea apei din gospodării, în Australia se foloseşte energia solară pentru desalinizarea apei de mare, India o foloseşte pentru producerea sării, încălzirea apei, desalinizarea şi uscarea produselor agricole şi de asemenea în Malawi. În Franţa s-a construit un cuptor solar de 1 MW, situat la Odiello Font Romen, obţinîndu-se temperaturi de peste 4 000 °C. În S.U.A. se fac cercetări care vor da primele rezultate în cursul anului curent.

Energia eoliană prezintă două inconveniente: constituie o resursă de mică densitate şi o sursă de putere adesea instabilă. Se estimează că puterea totală a vînturilor din atmosferă ar fi de ordinul a $2\,600 \times 10^{12}$ GWh/an, din care s-ar putea utiliza o putere de 1 — 20 milioane MW.

Primul prototip de generator eolian modern cu mare putere s-a exprimentat la Vermont (S.U.A.) cu o putere de 1,25 MW între anii 1941—1945; s-au mai făcut cercetări și în alte țări. Se estimează un coeficient de utilizare de 31% pentru turbinele de 15 m (sau 27% pentru turbinele de 65 m).

Un studiu recent a arătat că în Marile Cîmpii ale S.U.A. s-ar putea produce 500 000 GWh/an, cu aproximativ 300 000 generatoare eoliene. Nigeria folosește în prezent în mod intensiv morile de vînt pentru pomparea apei din puțuri în Australia se folosește și pentru producerea unor mari cantități de energie electrică; de asemenea, în India, Indonezia, Norvegia și Uruguay.

Se consideră că energia eoliană se va folosi mai ales în regiunile izolate unde energia necesară este redusă în raport cu unitatea de suprafață.

Energia termică a mărilor se datorește importantelor diferențe de temperatură dintre apa de la suprafață și cea din profunzime. De exemplu, în zona curentului Gulf Stream gradientul termic vertical este de 16—22°C la 1 km. Pentru utilizarea acestor gradiente termice ale apei la producerea electricității se folosește un vid relativ sau un fluid activ (amoniacul, propanul sau freonul) sub presiune care fierbe la temperaturi de ordinul căldurii diferențiale. Pentru aceasta se introduce în ocean, la o adîncime mică, un cazan al cărui conținut se vaporizează prin căldura apei. Vaporii respectivi se destind într-o turbină care produce energie electrică. Întrucît randamentul termodinamic este foarte scăzut, o astfel de centrală are un volum mai mare decît cele construite pentru combustibilii fosili sau nucleari.

Ideea unei astfel de centrale a fost emisă de fizicianul d'Arsonsal, în 1881, iar prima uzină a fost construită în Cuba de George Claude, în 1919 cu o putere de 22 kW. În 1956 Franța a încercat două centrale de 3500 kW în largul Coastei de Fildeș. În Statele Unite problema se studiază pentru construirea unor centrale de 400 MW. În majoritatea cazurilor apa caldă este mai aproape de suprafață, însă în Marea Roșie se găsesc gradiente termice inverse, apa caldă fiind în fundul oceanului și aceasta ar simplifica oarecum instalația. Se mai preconizează folosirea centralelor electrice bazate de energia termică a mărilor în combinație cu instalațiile de desalinizare a apei ș.a. Energia termică a mărilor folosită numai în proporție de 1% ar acoperi necesarul actual de energie electrică în întreaga lume.

Concluzii

După evaluările făcute de Conferința Mondială a Energiei, conținutul energetic total mondial al părții exploatabile a rezervelor înregistrate, din toți combustibilii fosili, este de 32 miliarde terajouli sau 7 600 milioane teracalorii. Aproximativ 47% din acest conținut energetic revine combustibililor fosili solizi (fără șisturile și nisipurile bituminoase), 12% petrolului, 6% gazului natural și 35% nisipurilor și șisturilor bituminoase. Se consideră că aceste proporții nu sînt riguros exacte fiindcă rezervele totale de nisipuri și șisturi bituminoase nu sînt încă bine definite. Cea mai mare parte din combustibilii solizi se găsește în U.R.S.S., S.U.A. și R. P. Chineză, după care urmează rezervele din vestul Europei, Canada, Australia, India și Africa de Sud. Aproximativ 55% din rezervele mondiale de petrol și 19% din rezervele mondiale de gaze naturale se găsesc în țările din jurul Golfului Persic, după care urmează Africa de Nord cu 12% și respectiv 8%. Europa posedă 1,5% din rezervele de petrol și 8,4% de gaze naturale. iar rezervele din U.R.S.S. reprezintă 9% și respectiv 32%. America de Nord deține 95% din rezervele de șisturi și nisipuri bituminoase, din care 2/3 sînt în S.U.A. și 1/2 în Canada.

În ce privește energia nucleară, odată cu generalizarea centralelor cu reactoare supraregeneratoare se vor putea folosi în mod competitiv rezervele de uraniu și cele de toriu cu un cost al extracției mai ridicat, încît rezervele de combustibil nuclear vor deveni practic nelimitate.

Încercările făcute în prezent pentru realizarea fuziunii nucleare controlate, deși promițătoare, nu au demonstrat încă utilitatea practică a acestui procedeu, care rămîne o problemă foarte importantă de viitor.

Dintre sursele de energie care se refac, numai energia hidraulică este folosită pe scară largă la producerea electricității, însă punerea în valoare a tuturor resurselor hidraulice mondiale disponibile în lume nu ar satisface nici pe departe necesarul mondial de energie, deși local exploatarea energiei hidraulice este foarte importantă.

Folosirea celorlalte resurse de energie (geotermică, solară, eoliană, și energia termică a mărilor) este tehnic realizabilă, însă necesitatea de a dezvolta încă tehnologiile existente și de a demonstra competitivitatea noilor centrale construite principalul obstacol în dezvoltarea lor rapidă, pe o scară mai mare.

Ing. **Al. Panaiteseu**

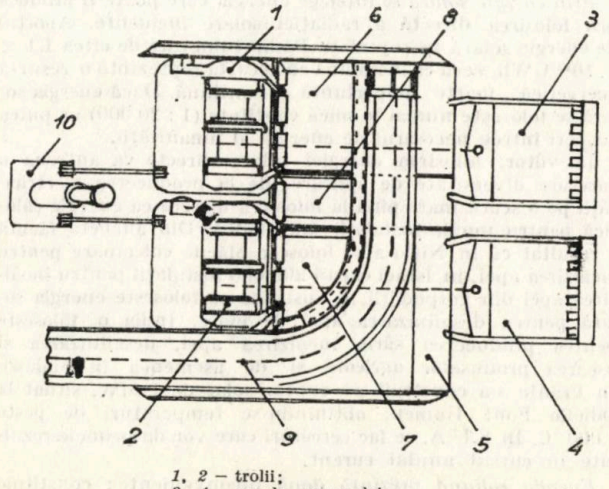
ȘTIRI

UN NOU TIP DE INSTALAȚIE DE TRANSPORT CU SCREPER ÎN SUBTERAN

Instalația de transport cu screper descrisă mai jos a fost experimentată cu succes în minele de minereuri din R. F. Germania fiind considerată invenție. Ea se compune din două instalații de screper ale căror cupe deversează materialul pe un transportor transversal pe direcția de mișcare a cupelor screperului, materialul fiind apoi transportat direcțional pînă la punctul de încărcare. Noutatea instalației constă în faptul că cele două transportoare (cel transversal și cel direcțional) sînt înlocuite printr-un singur transportor curbat.

Cele două trolii care acționează cupele de screper, care alimentează transportorul curbat, sînt fixate pe o rampă de încărcare. Două construcții metalice de susținere solidarizează troliile cu transportorul, fiind legate între ele printr-o piesă mobilă cu ajutorul căreia lățimea totală a instalației poate fi adaptată la lățimea vetrei lucrării miniere respective.

Instalația are avantajul că nu mai necesită pod de încărcare (capra screperului) și se elimină punctul de deversare de pe transportorul transversal pe cel direcțional, astfel că înălțimea ei fiind redusă poate fi traversată de un cărucior de perforare.



1, 2 — trolii;
3, 4 — cupele screperului;
5 — rampa de încărcare;
6, 7 — construcții metalice de solidarizare;
8 — piese de legătură;
9 — transportorul curbat;
10 — capul de întindere.

Glückanf, 20 martie 1975, p. 257

STADIUL CERCETĂRILOR PRIVIND GAZEIFICAREA CĂRBUNILOR CU AJUTORUL CĂLDURII EMANATE DE REACTOARE ATOMICE

Cercetările teoretice și experimentale au demonstrat că este posibilă gazeificarea huilei și a cărbunelui brun cu ajutorul aburului ce iese din reactoarele atomice la o temperatură de 950°C în condiții tehnice și economice favorabile chiar dacă este necesară intercalarea unor procese tehnologice intermediare.

Experimentările au arătat că produsul final al gazeificării poate fi gaz sintetic (metan sintetic) sau un metanol un combustibil fluid.

Problemele principale care stau în fața cercetării sînt în prezent următoarele:

— realizarea unor reactoare atomice care să funcționeze la temperatura de cel puțin 950°C și să transforme cărbunele în gaz de apă;

— transmiterea căldurii reactorului la generatorul de gaz;

— construirea unui generator de gaz alotermic potrivit atît în ce privește cinetica gazeificării și transmiterii căldurii cît și a materialului din care este construit generatorul.

De menționat că în S.U.A. și în R.F.Germania se construiesc în prezent cîte un reactor atomic răcit cu heliu, a cărui temperatură de ieșire va fi de 950°C.

Dacă această temperatură se va putea depăși atunci randamentul generatoarelor de gaz precum și a întregii instalații se va putea majora considerabil.

Glückauf, 17. aprilie 1975, p. 379

EXPLOATAREA MINEREURILOR DE FIER CU DURITATE MEDIE CU COMBINE DE ÎNAINTARE CU TĂIERE PARȚIALĂ A PROFILULUI

Primele faze ale programului de cercetare „Exploatarea minereurilor de fier cu mașini prin tăiere cu combine" au fost executate și încheiate în R. F. Germania în perioada anilor 1972 — 1973.

Cercetările s-au efectuat cu trei combine de înaintare și anume:

- mașina ART-200 Voest-Alpine Montan (Austria) cu braț și cap tăietor fără instalație de încărcare și transport, brațul avînd o lungime de 1,2 m, cu motor Diesel de 155 CP, greutatea mașinii fiind 30 t;
- mașina AM-50 (de aceeași fabricație) pe șenile cu braț și cap tăietor, instalație de încărcare și transport, acționare electro-mecanică, greutatea 22 t, motorul de acționare al capului tăietor 100 kW, puterea totală instalată 155 kW;
- mașina WAV-170 Westfalia Lünen (R.F.G.), pe șenile cu braț și cap tăietor, cu instalație de încărcare și transport motorul de acționare al capului tăietor 170 kW, puterea instalată totală 245 kW, greutatea 55 t, acționarea fiind electro-hidraulică.

În timpul cercetărilor și experimentărilor s-au tăiat mecanic 60 000 t minereu de fier, obținîndu-se următoarele rezultate certe:

- cu o dotare corespunzătoare a mașinii se poate realiza o producție de 100 t/h sau 600 t/schimb.
- cuțitele fiind fixate tangențial pe capetele de tăiere care se rotesc transversal față de axul brațului se asigură un consum rațional de cuțite în roci cu o rezistență pînă la 1000 kg/cm²; cu mașina AM-50 s-a obținut un consum de cuțite echivalînd cu mai puțin de 1 DM/t.
- combina trebuie să fie prevăzută cu o instalație de încărcare și evacuare proprie.

Față de aceste rezultate s-a recomandat folosirea mașinii WAV-170 care a fost reproiectată funcție de rezultatele obținute prin cercetare. De asemenea se continuă cercetările cu mașina AM-50 care va fi îmbunătățită și reproiectată pentru a putea face față cerințelor.

Glückauf nr. 9, 1975, p. 419

COMBATEREA PRĂFUIRII LA TĂIEREA CU EXPLOZIVI FOLOSIND BURAJUL DIN CLORURA DE CALCIU

Se consideră că apa constituie un agent eficace de reținere a prafului numai cînd acțiunea de colmatare a prafului se produce înainte de evaporarea apei. La împușcarea cu buraj din apă s-a constatat că din cauza evaporării rapide a apei acțiunea acesteia este mult diminuată. De aceea s-au făcut încercări cu buraj din clorură de magneziu și clorură de calciu. Cele mai bune rezultate s-au obținut cu burajul din cartușe cu pulbere din clorură de calciu, care în timpul explodării se transformă în picături, acestea reținînd cea mai mare parte din praful ce se formează. Un alt avantaj al utilizării clorurii de calciu îl constituie prezența ei în grămada de cărbune din fața frontului, deoarece prin aceasta se evită formarea prafului în timpul încărcării cărbunelui. Procedeul s-a extins la multe mine din R. F. Germania și din alte țări.

Cercetările cu burajul din clorură de calciu sînt în continuare pentru a vedea în ce măsură acesta influențează și gazele rezultate din explodare, în anumite condiții de exploatare.

Glückauf nr. 9, 1975, p. 425

PRODUCȚIA DE CĂRBUNI A PIEȚEI COMUNE ÎN CREȘTERE

Producția de huilă din țările Pieței Comune a înregistrat o creștere în luna ianuarie 1975, față de aceeași perioadă din anul trecut, după cum urmează:

Țara	ian. 1974	ian. 1975	variația
	mil. tone	mil. tone	%
R. F. Germania	9,17	9,18	+ 0,1
Anglia	6,33	9,28	+46,5
Franța	1,91	2,29	+19,9
Belgia	0,74	0,73	—1,6
Total	18,27	21,49	+17,6

Motivul principal al creșterii producției de huilă îl constituie cererea mai mare datorită prețului mai avantajos al huilei, față de alți purtători de energie, în conjunctura actuală.

Glückauf nr. 9/1975 p. 415

SPERANȚELE BRAZILIEI ÎN REZERVELE DE PETROL DE PE COASTA ATLANTICULUI

La sfîrșitul anului 1974 societatea Petrobrás a confirmat descoperirea unui zăcămînt de petrol foarte promițător în largul țărmurilor din dreptul localității Campos, statul Rio de Janeiro. Noul zăcămînt Garoupa, care în decurs de 2 ani ar putea deveni cel mai mare producător de petrol al Braziliei, cu o producție zilnică estimată la 200 000 barili a încununat cu succes eforturile depuse de exploratorii societății Petrobrás începînd cu anul 1960.

Încă din anul 1958 în bazinul Campos au fost efectuate prospecțiuni seismice, iar prima sondă marină forată în anul 1971 a dat semne bune de existență a petrolului, după care a urmat forarea unui grup de 10 sonde. Una din sondele care fora în zăcămîntul Garoupa a întîlnit petrol la adîncimea de circa 3 000 m (adîncimea apei 120 m). Pe baza rezultatelor acestor foraje s-au estimat rezerve probabile de circa 600 mil. barili, ceea ce ar permite atingerea unei producții zilnice de aproximativ 200 000 barili/zi. Petrolul extras din zăcămîntul Garoupa are o densitate de 31,3 grade, fiind un amestec parafinic-asfaltic și avînd un conținut de 0,14% sulf; petrolul este cantonat într-o formațiune calcaroasă, spre deosebire de descoperirile marine anterioare din nord-estul Braziliei care se găsesc în formațiuni grezoase mai puțin productive. Zăcămîntul Garoupa face parte dintr-o suită de 13 formațiuni calcaroase cu perspective extrem de favorabile, care au fost deja identificate în largul orașului Rio de Janeiro. La începutul acestui an societatea Petrobrás a anunțat noi descoperiri în această zonă în zăcămîntul Pardo la circa 80 km est de Campos, care au dat 1 550 barili/zi la adîncimea de 600 m într-o formațiune grezoasă. La aceste descoperiri dacă se adaugă rezervele estimate anterior în zăcămintele Guaricema (12 mil. barili), Dourado și Camorin (9,5 mil. barili), Robalo (1 440 barili/zi) și altele, se ajunge la concluzia că în 1980 producția națională de petrol a Braziliei ar putea înregistra un excedent de 1,3 mil. barili/zi, față de actuala situație, în care importurile de petrol din S.U.A. au ajuns la o valoare anuală de 3,2 miliarde dolari.

The Petroleum Economist, aprilie 1975, p. 139

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

CENTRALA MINEREURILOR DEVA

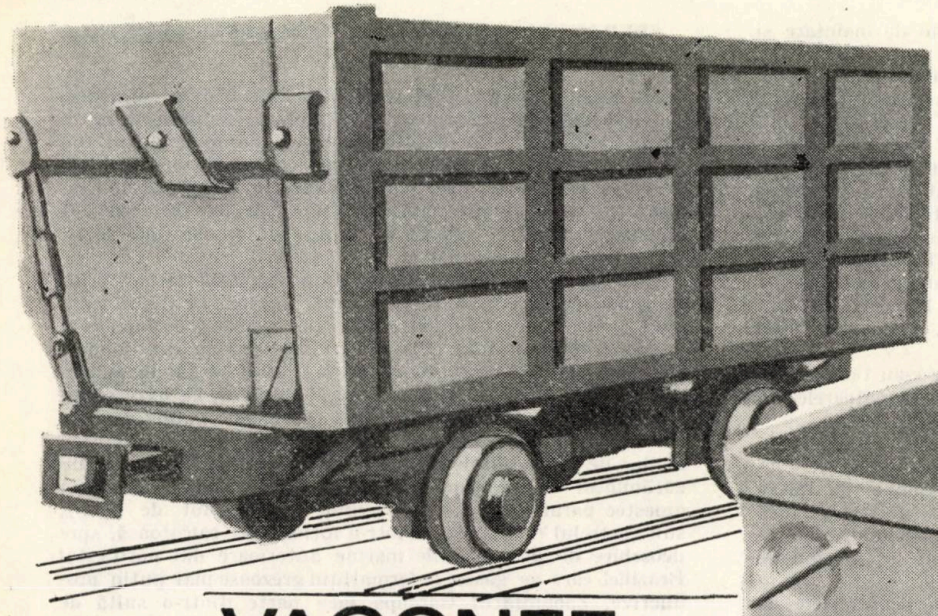
UZINA DE UTILAJ MINIER ŞI REPARAŢII CRIŞCIOR

Com. Crişcior
Jud. Hunedoara
Str. Uzinei nr. 1
Telefon 285

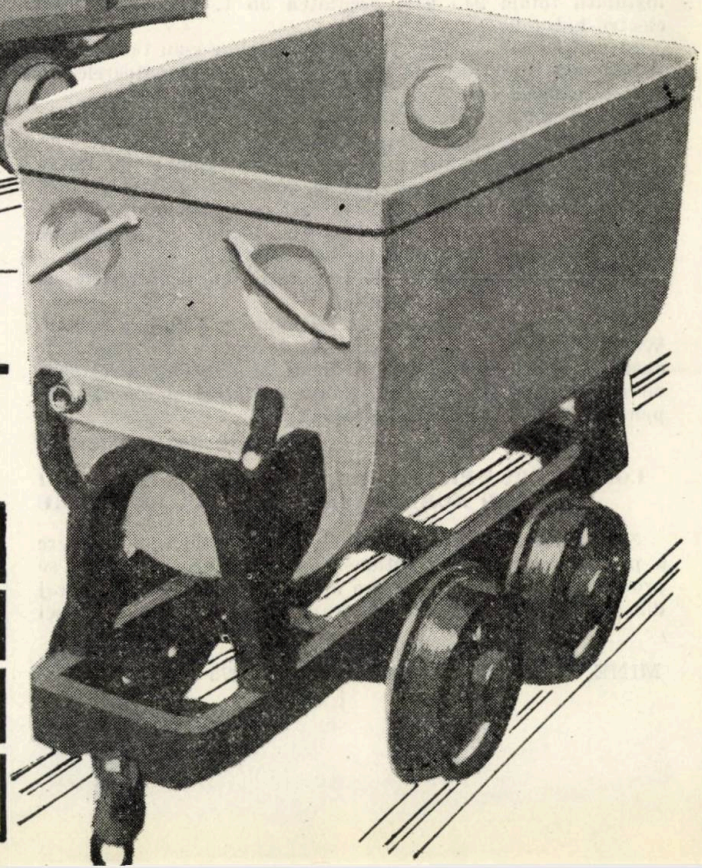
VAGONET AUTODESCĂRCĂTOR VA-B

CARACTERISTICI TEHNICE

- Capacitatea litrică — 3 000 l
- Sarcina maximă — 8 500 kgf
- Ecartamentul — 750 mm
- Raza minimă de curbă pentru un vagonet — 15 m
- Raza minimă de curbă pentru vagoneţi în convoi — 20 m
- Viteza de golire — 1,5 m/s
- Înălţimea dispozitivului de cuplare la vagonet — 350 mm
- Viteza de deplasare — 15 km/h
- Greutatea proprie — 2 360 kg



VAGONET BASCULANT 0,6 m³

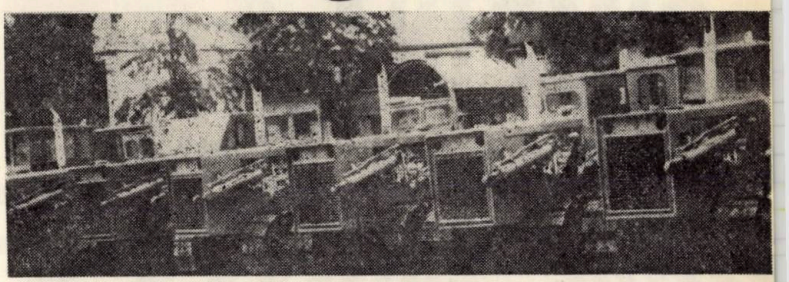


CARACTERISTICI TEHNICE

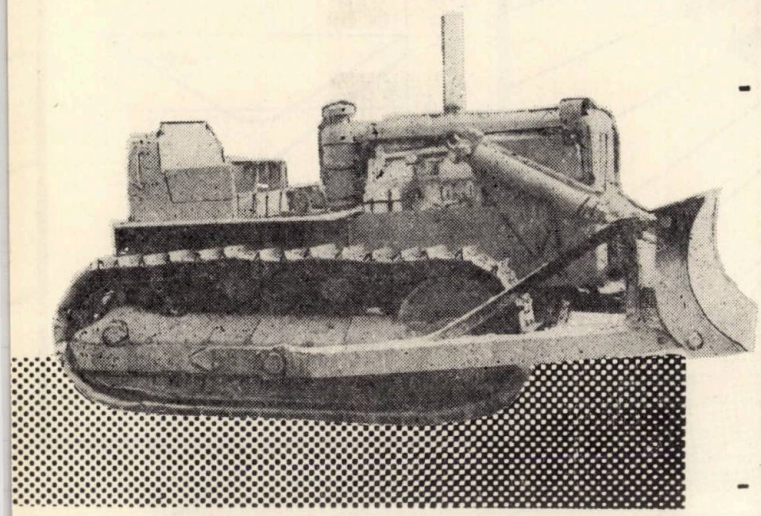
- Capacitatea litrică — 500 şi 600 l
- Ecartamentul — 500-760 mm
- Lăţimea cutiei — 744 mm
- Lungimea cutiei - C — 1 050 mm pentru 500 l şi 1 250 mm pentru 600 l
- Lungimea totală între feţele tamponului - B — 1 500 mm pentru 500 l şi 1 700 mm pentru 600 l
- Înălţimea totală de la coroana şinei — 1 155 mm
- Diametrul roţilor la cercul de rulare — ⌀ 350 mm
- Înălţimea bolţului dispozitivului de cuplare de la coroana şinei — 230 mm
- Distanţa între osii — 450 mm
- Greutatea maximă — circa 410 kg

Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei
Direcţia Generală Autonomă a Petrolului şi Gazelor

Întreprinderea de reparat tractoare şi motoare grele



Com. Poiana-Cîmpina, Jud. Prahova
Telefon: 46120, 46121, 46025



execută:

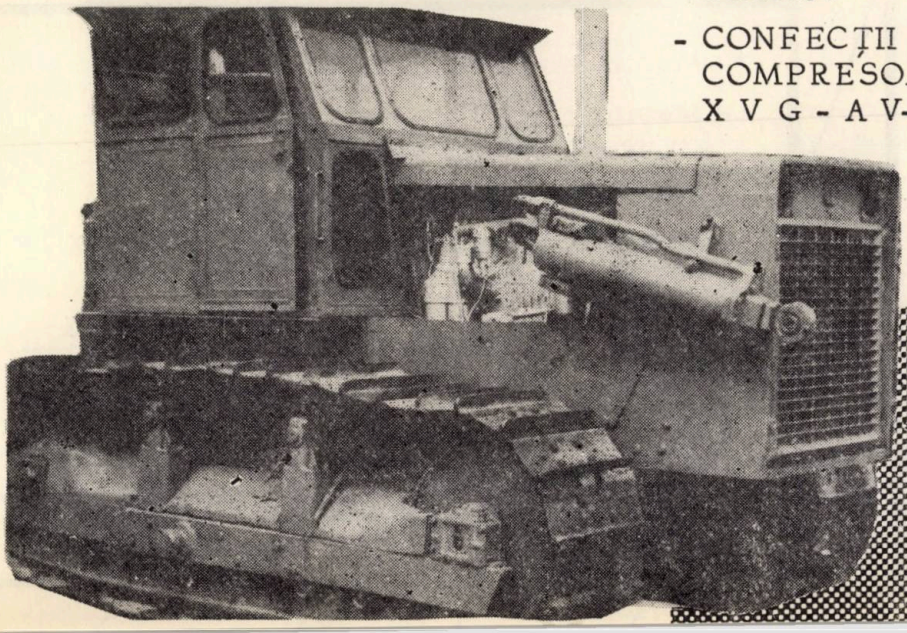
- REPARAŢII CAPITALE ŞI PIESE SCHIMB PENTRU TRACTOARE S.1300, S. 1500, S. 80, S.100, T.108 M.

  REPARAŢII CAPITALE ŞI PIESE SCHIMB PENTRU MOTOARE GRELE: D. 105, KDM. 46, D. 108, M.581, M.583, MB.820, MB.836.

  REPARAŢII CILINDRI COMPRESOARE PENTRU ELECTROCOMPRESOARE XOB ŞI MOTOCOMPRESOARE XVG SI 8 G K.

- CONFECŢII POMPE DE APĂ PRM.2 ŞI PRM.3.

- CONFECŢII PIESE SCHIMB PENTRU COMPRESOARE TIP X O B 12", X O B 10", X V G - A V-B V, Ø 8 G K, 10 G K, ETC.



MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ȘI GEOLOGIEI

CENTRALA DE MECANIZARE ȘI UTILAJ MINIER-PETROLIER

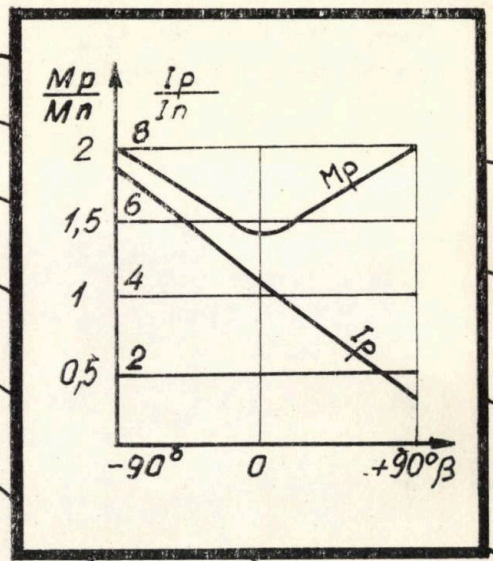
PLOIEȘTI

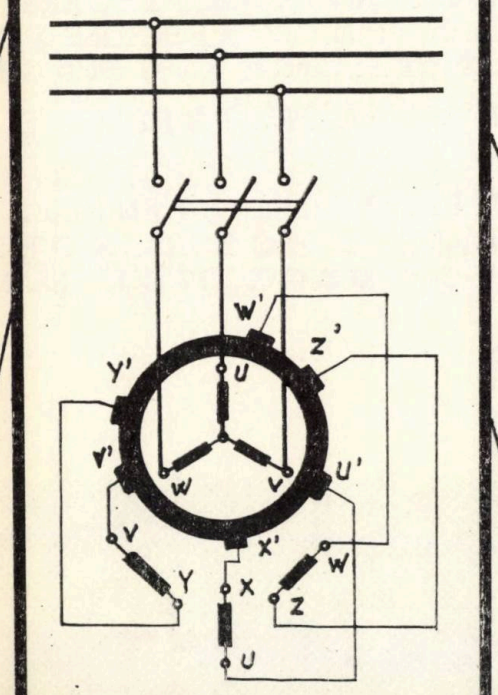
ÎNTREPRINDEREA DE REPARAȚII UTILAJE ELECTRICE CÎMPINA

Str. Bobîlna nr. 44,
Jud. Prahova
Telex 19625, telefon 12577

IRUE

REPARĂ





- Mașini electrice normale
- Mașini electrice de curent alternativ cu destinație specială
- Convertizoare de sudură
- Motoare de curent alternativ cu viteză variabilă alimentate prin stator
- Motoare de curent alternativ cu viteză variabilă alimentate prin rotor (tip schrage)
- Transformatoare electrice de forță cu puteri pînă la 16 MVA
- Transformatoare electrice de sudură

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ȘI GEOLOGIEI
CENTRALA SĂRII ȘI NEMETALIFERELOR-BUCUREȘTI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ȘI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU SUBSTANȚE NEMETALIFERE

Str. T. Vladimirescu
nr. 15 - 17
CLUJ - NAPOCA
Telefon 11559
Cont BNRSR
30.12.8.02.01

I.C.P.M.S.N. CLUJ-NAPOCA

Elaborează
prin activitățile sale de cercetare și proiectare tehnologică:

- Studii şi cercetări geologice şi chimico - mineralogice
- Studii şi cercetări pentru metode de exploatare în subteran şi la suprafaţă
- Studii şi cercetări geotehnice şi de mecanica rocilor, ridicări topografice
- Studii, cercetări şi experimentări de mecanizare şi automatizare a proceselor de exploatare şi preparare a substanţelor nemetalifere
- Studii şi cercetări de preparare uscată şi umedă a substanţelor nemetalifere şi roci utile în fazele: laborator, pilot, semiindustrial şi industrial
- Experimentări de fluxuri de preparare şi microproducţii de noi sortimente de substanţe nemetalifere cu calităţi superioare
- Proiecte de cercetare geologică
- Proiecte de execuţie
- Proiecte tehnologice specifice substanţelor nemetalifere
- Studii tehnico-economice pentru exploatarea, prepararea şi valorificarea substanţelor nemetalifere

Execută
în laboratoare dotate cu aparatură modernă:

- Analize chimice complete
- Analize şi determinări fizice/granulometrice, rezistenţe mecanice, permeabilităţi, părţi levigabile, indice pirometric, plasticitate, grad de alb ş.a.
- Analize termodiferenţiale şi termogravimetrice
- Analize spectrale şi difractometrice

Avînd personal cu înaltă calificare şi aparatură modernă I.C.P.M.S.N. Cluj – Napoca execută lucrări de calitate

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

1975 SEP 13

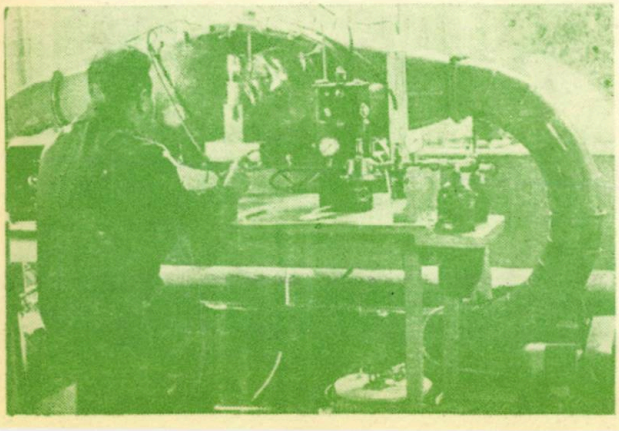
CCSM

CENTRUL DE CERCETĂRI PENTRU SECURITATE MINIERĂ

Str. Dr. Petru Groza nr. 32
Telefon: 11622-11621-12233

PETROŞANI

EFECTUEAZĂ CERCETĂRI FUNDAMENTALE ŞI APLICATIVE ÎN TOATE FAZELE ÎN DOMENIUL ÎMBUNĂTĂŢIRII CONDIŢIILOR DE TEHNICA SECURITĂŢII ŞI PROTECŢIA MUNCII



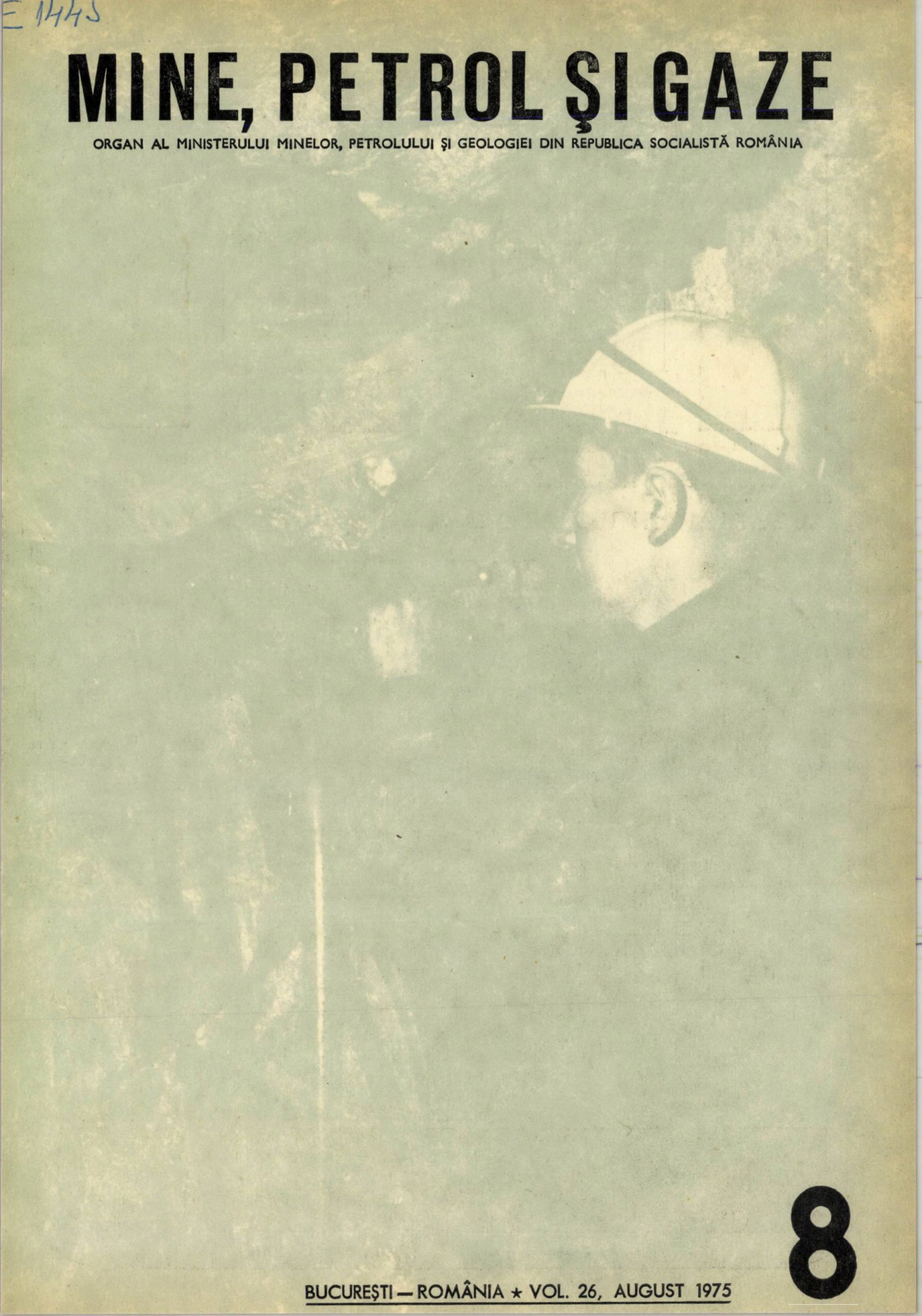
EXECUTĂ LA CERERE, PRIN SPECIALIŞTII SĂI DE ÎNALTĂ COMPETENŢA, LUCRĂRI DE CERCETARE ÎN DOMENIILE:

- Aeraj minier, explozivi, gaze şi pulberi explozive, degazarea şi drenarea gazelor, prevenirea îmbolnăvirilor profesionale, psihologia muncii, salvare minieră, incendii şi focuri, electro securitate, combaterea poluării mediului de către activitatea minieră;
- Expertize;
- Autorizări pentru funcţionări de utilaje şi echipamente de toate tipurile în medii cu pericol de atmosferă explozivă;
- Afişe şi broşuri de protecţia muncii;
- Aparatură de tehnica securităţii muncii;
- Instruirea şi reinstruirea salvatorilor şi mecanicilor staţiilor de salvare;
- Instruirea personalului de specialitate pentru măsurători gaze, praf, aeraj.

E 1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

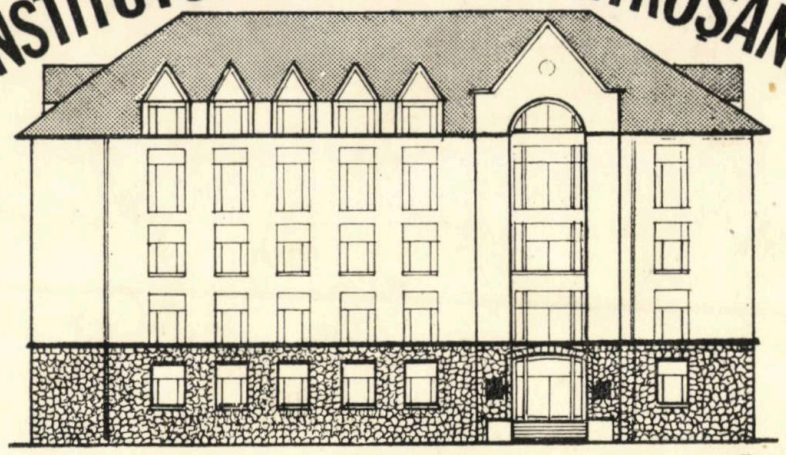
ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



8

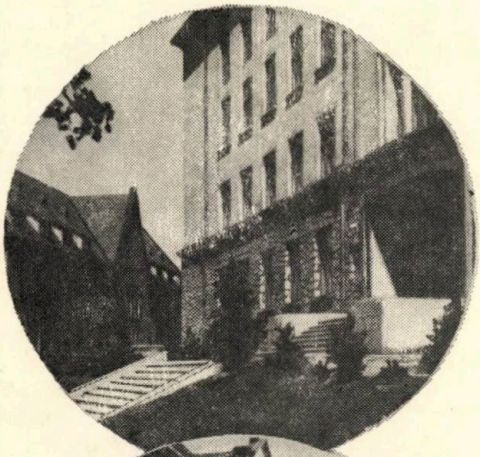
BUCUREŞTI — ROMÂNIA ★ VOL. 26, AUGUST 1975

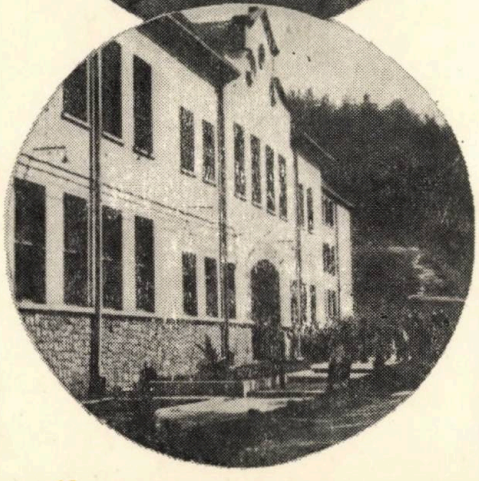
INSTITUTUL DE MINE DIN PETROŞANI



Str. Institutului nr. 20, Petroşani, Jud. Hunedoara

PREGĂTEŞTE
INGINERI ŞI SUBINGINERI PENTRU INDUSTRIA MINIERĂ A ŢĂRII PRIN URMĂTOARELE FACULTĂŢI SI SECŢII:





FACULTATEA DE MINE

1. Secţia de ingineri, cursuri de zi, cu următoarele grupe de specializare:
   - exploatari miniere
   - topografie miniera
   - prepararea substantelor minerale utile
2. Secţia de subingineri, cursuri de zi, cu următoarele secţii:
   - exploatări miniere
   - topografie minieră
3. Secţia de subingineri, cursuri serale, cu specialitatea:
   - exploatări miniere

FACULTATEA DE ELECTROMECANICĂ MINIERĂ

1. Secţia ingineri, cursuri de zi, cu următoarele grupe de specializare:
   - exploatarea, întreţinerea şi repararea maşinilor miniere
   - construcţii de maşini miniere
   - electrificări şi automatizări în industria minieră
2. Secţia de subingineri, cursuri de zi şi serale, cu specializarea:
   - electromecanică minieră

CONDIŢIILE PRIVIND ADMITEREA ÎN CADRUL INSTITUTULUI SÎNT CELE PREVĂZUTE ÎN BROŞURA ADMITEREA ÎN ÎNVĂŢĂMÎNTUL SUPERIOR. ABSOLVENŢII INSTITUTULUI PRIMESC DIPLOMA DE INGINER ŞI SUBINGINER ŞI VOR FI REPARTIZAŢI SĂ LUCREZE ÎN CADRUL UNITĂŢILOR MINIERE ALE ŢĂRII, INSTITUTE DE CERCETARE ŞI PROIECTARE, UZINE DE PREPARARE A SUBSTANŢELOR MINERALE UTILE, UZINE CONSTRUCTOARE DE UTILAJ MINIER ŞI ÎN ÎNVĂŢĂMÎNTUL DE SPECIALITATE.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 8 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

CUPRINS

Lăpuşcă, A. **Preocupări pentru dezvoltarea minieritului în cadrul Centralei minereurilor Deva** 373

Gabrian, V. **Realizări şi preocupări de viitor în activitatea Centralei minereurilor şi metalurgiei neferoase Baia Mare.** 376

Ilie, P. **Realizări şi orientări în cercetarea şi proiectarea minieră şi metalurgică** 381

Bădescu, I. **Contribuţii la modul de evacuare a minereului înmagazinat şi calculul parametrilor geometrici ai metodelor de exploatare** 384

Tulliu, D. şi Niţulescu, I. **Consideraţii privind valorificarea cenuşilor de termocentrală din România** 391

Facsko, G., Manilici, A., Ilie, P., Rădoi, I., Crişan, A., Guran, M. şi Götz, A. **Valorificarea superioară a minereurilor sărace de mangan în vederea obţinerii manganului metalic şi a bioxidului de mangan pe cale electrolitică** 397

Rusu, T. **Condiţiile geologice şi economice de valorificare industrială a cărbunilor din bazinul Valea Jiului.** 404

Stoica Ligia şi Ortelecan Lucia. **Posibilităţi de recuperare a cuprului din apele reziduale ale instalaţiilor miniere** 409

RECENZII

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. VASILE SCRIPĂŢ, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA;** ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor;* dr. geol. **IOSIF BERCIA;** ing. **TEODOR BORU;** dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU;** ing. **VIRGIL FĂTU;** dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ;** dr. ing. **FLOREA NEAGU;** ing. **ALEXANDRU PANAITESCU;** ing. **NICOLAE PANTILIE; ELENA VRÂNCEANU,** *redactor.*

REZUMATE

L ă p u ş c ă, A. *Preocupări pentru dezvoltarea minieritului în cadrul Centralei minereurilor Deva.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

G a b r i a n. V. *Realizări şi preocupări de viitor în activitatea Centralei minereurilor şi metalurgiei neferoase Baia Mare*

Mine , Petrol şi Gaze, vol, 26, nr. 8, 1975

I l i e, P. *Realizări şi orientări în cercetarea şi proiectarea minieră şi metalurgică*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.272.1

B ă d e s c u, I. *Contribuţii la modul de evacuare a minereului înmaganizat şi calculul parametrilor geometrici ai metodelor de exploatare*

Se prezintă un studiu teoretic al curgerii minereului înmagazinat în cadrul metodei de exploatare a zăcămintelor de minereuri cu aplicaţii practice privind geometria şi dimensionarea lucrărilor de pregătire.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.369

T u l l i u, D. şi N i ţ u l e s c u, I. *Consideraţii privind valorificarea cenuşilor de termocentrală din România*

Se prezintă date privind cantităţile de cenuşă rezultate la termocentrale, posibilităţile de utilizare în diferite domenii, caracteristicile fizico-chimice, şi mineralogice, precum şi rezultatele cercetărilor de preparare mecanică pentru obţinerea de concentrate de fier utilizate în siderurgie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.341.2

F a c s k o, G., M a n i l i c i, A., I l i e, P., R ă d o i, I., C r i ş a n, A., G u r a n, M. şi G ö t z, A. *Valorificarea superioară a minereurilor sărace de mangan în vederea obţinerii manganului metalic şi a bioxidului de mangan pe cale electrolitică*

În lucrare sînt prezentate sumar principalele tehnologii încercate : preparare magnetică, flotaţie şi separare gravitaţională. De asemenea au fost încercate metode de solubilizare cu acid sulfuric, cu reducerea prealabilă cu gaze reducătoare şi cu reducerea concomitentă în timpul extracţiei. Prin purificarea soluţiei de sulfat de mangan a fost posibilă electroliza bioxidului de mangan şi a manganului metalic.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 553.94

R u s u, T. *Condiţiile geologice şi economice de valorificare industrială a cărbunilor din bazinul Valea Jiului*

Sînt prezentate rezultatele activităţii de cercetare geologică a bazinului efectuate într-o perioadă de 25 ani şi concluziile care se degajă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.343 :622.765.51

S t o i c a L i g i a şi O r t e l e c a n L u c i a. *Posibilităţi de recuperare a cuprului din apele reziduale ale instalaţiilor miniere*

Se prezintă, foarte succint, rezultatele experimentărilor în fază laborator asupra posibilităţilor aplicării flotaţiei pentru recuperarea cuprului din apele reziduale ce provin din unităţile miniere.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

RECENZII

ŞTIRI

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Redacţia revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru întreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr 23—25, Bucureşti. c. 387

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

Lăpuşcă, A. *Concerns on the mining development within the Ore Mining Headquarters Deva*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26. nr. 8, 1975

Gabrian, V. *Achievements and future concerns within the activity of Non-ferrous Ore Mining and Metallurgy Headquarters Baia Mare*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Ilie, P. *Achievements and orientations within the mining and metallurgical research and design*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.272.1.

Bădescu, I. *Contribution to the discharge manner of stored ore and calculation of geometric parameters of working methods*

Theoretical study on the flow of ore stored into a panel system with practical application regarding the geometry and dimensioning of first-mining works.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr 8, 1975

C.Z.622.369

Tulliu, D. and Nițulescu I. *Considerations on the turning to profit of power plant ashes in Romania*

Information are given on the ash amounts delivered by the power plants, possibilities to use them in various industries, physical-chemical and mineralogical characteristics, as well as the results of mechanical preparation in order to obtain iron concentrates useful in ferrous metalurgy.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z 622.341.2

Facsko, G., Manilici, A. Ilie, P. Rădoi, I., Crişan, A., Guran, M. and Götz, A. *Higher turning to account of poormanganese ore in order to obtain electrolytic metallic manganese and manganese dioxide*

In the paper are summarised the main tested methods: magnetic separation, flotation and gravity separation. Also trials have been made by sulphuric acid leaching, with previous or simultaneous treatment with reducing gas.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.553.94

Rusu, T. *Geological and economic conditions for exploitation the Jiu Valley coal deposits*

The results of geologic investigations of the Jiu Valley coal basin during a period of 25 years and the conclusions on this activity are presented.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.343 ;622.765.51

Stoica Ligia and Ortelecan Lucia. *Posibilities to recover copper from mill effluents*

Briefly are exposed laboratory results on the possibilities to apply the flotation method for copper recovery from waste waters released by the mining dressing plants.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

News

СОДЕРЖАНИЕ

Лэпушкэ, А. *Задачи развития горного дела на предприятиях Объединения горнорудной промышленности Дэва.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Габриян, В. *Результаты и перспективные направления деятельности Объединения руд и цветной металлургии Бая Маре.*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Илие, П. *Результаты и направления в исследовательских и проектировочных работах в области руд цветных металлов и цветной металлургии*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.272.1

Бэдеску, Ю. *О выпуске замагазинированной руды и расчете геометрических параметрах систем разработки*

Представлено теоретическое толкование течения замагазинированной руды при разработке рудных месторождений, с практическим применением в области геометрии и определения размеров подготовительных выработок

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.369

Туллю, Д. и Ницулеску, *Соображения об использовании пепла ТЭЦ-ов С. Р. Румынии*

Представлены данные об объемах пепла, полученного на ТЭЦ-ах, возможностях его использования в различных областях, физикохимических и минералогических характеристиках и результатах исследований при применении механического обогащения для получения используемых в черной металлургии железных концентратов.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.341.2

Фачко, А., Маниличь, А., Илие, П., Рэдой, И., Кришан, А., Гуран, М. и Гоц, А. *Лучшее использование бедных марганцевых руд в целях получения металлического марганца и двуокиси марганца электролитическим способом*

В работе кратко описаны основные технологии испытанные в рамках исследовательских работ: магнитная сепарация, флотация и гравитационное отделение. Были также испытаны способы растворения с помощью серной кислоты, с предварительным восстановлением с помощью газов и с одновременным восстановлением во время извлечения. Путем очистки раствора сульфата марганца удалось вести электролиз двуокиси марганца и металлического марганца

Mine, Petrol, şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.553.94

Русу, Т. *Геологические и экономические условия промышленного использования углей бассейна Валя Жиулуй*

Представлены результаты работ проведенных за последние 25 лет в области геологического исследования бассейна, а также вытекающие от сюда выводы

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z. 622.343 ; 622.765.51

Стойка, Л., Ортелекан, Л. *Возможности рекуперации меди из сточных вод обоготительных фабрик*

Коротко изложены результаты лабораторных исследований, проведенных в целях изучения возможности применения флотации для рекуперации меди из сточных вод горных предприятий.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Известия

INHALT

Lăpuşcă, A. Über *die Entwicklung des Bergbaues im Rahmen der Zentrale für Erzbergbau Deva*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Gabrian, V. *Über die Ergebnisse und zukünftige Entwicklung der Tätigkeit in der Zentrale für Erzbergbau und Verhüttung von Nichteisenerzen Baia Mare*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Ilie, P. *Ergebnisse und Richtlinien in der Forschung und Plannung im Bergbau und Hüttenwesen*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.272.1

Bădescu, I. *Beiträge zur Abförderung von Erz aus den Magazinkammern und zur Berechnung der geometrischen Parameter der Abbaumethoden*

Es handelt sich um eine theoretische Studie über die Abförderung von Erz aus den Magazinkammern mit praktischen Beispielen zur Festlegung der geometrischen Parameter und der Vorrichtungsarbeiten.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.369

Tulliu, D. und Niţulescu, I. *Betrachtungen über die Verwertung der Schlacken aus Wärmekraftwerken*

Es werden Daten über die Schlackenmengen aus der Wärmekraftwerken, über die Möglichkeiten deren Verwertung in verschiedenen Bereichen, über deren physikalische, chemischen und mineralogischen Eigenschaften sowie auch über die Ergebnisse der Aufbereitungsuntersuchungen zwecks Erziehung eines Eisenerzkonzentrates für die Hütteswerke gebracht.

Mine, Petrol şi Gaze, nr. 8, 1975

C.Z.622.341.2.

Facsko, G., Manilici, A., Ilie, P., Rădoi, I., Crişan, A., Guran, M. und Götz, A. *Höhere Werwertung von armen Manganerzen zwecks Erziehung von metallischem Mangan und Mangandioxyd durch Elektrolyse*

Im Aufsatz werden kurz die hauptsächlich untersuchten Arbeitsverfahren dargelegt und zw. magnetische Aufbereitung, Flotation und Schwergewichtsaufbereitung. Es wurden auch Saugungsmethoden mit Schwefelsauere mit vorher gehender Reduzierung durch Gase untersucht. Nach Reinigung der Mangansulfatlösung wurde die Elektrolyse von Mangandioxyd und metallischem Mangan möglich.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.553.94

Rusu, T. *Die geologischen und wirtschaftlichen Bedingungen zur industriellen Verwertung der Kohle im Kohlenbechen Valea Jiului*

Der Aufsatz enthält die Ergebnisse der geologischen Untersuchungen im Valea Jiului (Schnelltal) welche dort in den letzten 25 Jahren durchgeführt wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.343 ;622.765.51

Stoica Ligia und Ortelecan Lucia. *Wiedergewinnungsmöglichkeiten von Kupfer aus den Abwässern der Grubenanlagen*

Es werden kurz die Ergebnisse der Laboruntersuchungen in Bezug auf die Wiedergewinnungsmöglichkeiten von Kupfer aus den Grubenabwässern, mittels Flotation dargelegt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Nachrichten

SOMMAIRE

Lăpuşcă, A. *Préoccupations sur le developpement de l'activité minière dans la Centrale de Minerais Deva*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Gabrian, V. *Réalisations et préoccupations de l'avenir dans l'activité de la Centrale de minérais et métallurgie de Baia Mare*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

Ilie, P. *Réalisations et orientations dans l'activité de recherche et projection minière et métallurgique*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.272.1.

Bădescu, I. *Contributions sur le mode de déchargement du minerai déposité dans les panneaux d'exploitations et le calcul des paramètres* des *méthodes minières*

Se présent une étude théorique de l'écoulement du minerai déposité dans le cadre de la méthode d'expoitation des gisements avec applications praçtiques visant la géometrie et les dimensions des travaux de traçage

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.369

Tulliu, D. et Niţulescu, I. *Considérations sur la valorisation des cendres de centrale thermique en Roumanie*

Sont présentées des informations sur les quantités livrées par les centrales thermiques, possibilités d'utilisation pour differents domaines, caractéristiques physico-chimiques et minéralogiques, ainsi que les résultats des essais de préparation mécanique pour obtenir des concentrés en fer utilisables dans la sidérurgie.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.341.2

Facsko, G., Manilici, A., Ilie, P., Rădoi, I., Crişan, A., Guran, M. et Götz, A. *La valorisation supérieure des minerais pauvres en manganèse pour-obtenir de manganèse métallique et bioxide de manganèse-par voie electrolytique*

Dans l'ouvrage sont présentés á bref les principales technologies essayées : séparation magnetique, flottation et séparation gravimétrique. En même temps ont été essayées des méthodes de solubilisation avec acide sulfurique, avec réduction préalable au gas réducteur et avec la réduction simultanée lors de l'extraction.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C-Z.553.94

Rusu, T. *Conditions géologiques et économiques de valorisation industrielle du charbon dans le basin de Valea Jiului*

Sont présentés les résultats de l'activité de recherche géologique du basin pendant de 25 années et les conclusions qui en résultent.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

C.Z.622.343 ; 622.765.51

Stoica Ligia et Ortelecan Lucia. *Possibilités de récupération du cuivre des eaux résidueles des installations minières*

Sont présentés à bref les résultats obtenus en phase de laboratoire sur les possibilités d'appliquer la flottation pour récuperer le cuivre des eaux résidueles des usines de traitement du minerai.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 8, 1975

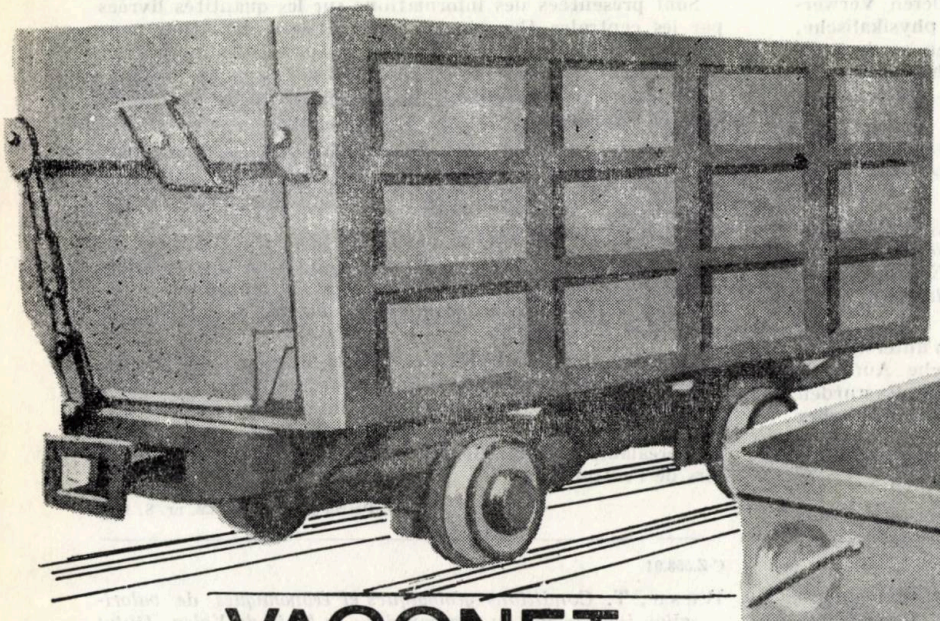
Nouvelles

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA MINEREURILOR DEVA

UZINA DE UTILAJ MINIER ŞI REPARAŢII CRIŞCIOR

Com. Crişcior
Jud. Hunedoara
Str. Uzinei nr. 1
Telefon 285

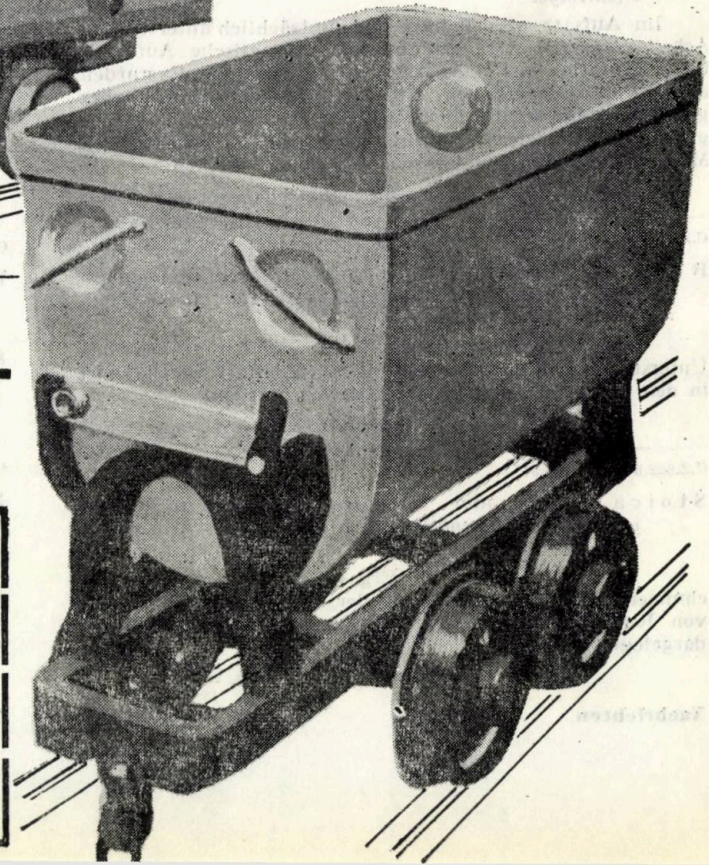
VAGONET AUTODESCĂRCĂTOR VA-B



CARACTERISTICI TEHNICE

- Capacitatea litrică — 3 000 l
- Sarcina maximă — 8 500 kgf
- Ecartamentul — 750 mm
- Raza minimă de curbă pentru un vagonet — 15 m
- Raza minimă de curbă pentru vagoneţi în convoi — 20 m
- Viteza de golire — 1,5 m/s
- Înălţimea dispozitivului de cuplare la vagonet — 350 mm
- Viteza de deplasare — 15 km/h
- Greutatea proprie — 2 360 kg

VAGONET BASCULANT 0,6 m^3



CARACTERISTICI TEHNICE

- Capacitatea litrică — 500 şi 600 l
- Ecartamentul — 500-760 mm
- Lăţimea cutiei — 744 mm
- Lungimea cutiei - C — 1 050 mm pentru 500 l şi 1 250 mm pentru 600 l
- Lungimea totală între feţele tamponului - B — 1 500 mm pentru 500 l şi 1 700 mm pentru 600 l
- Înălţimea totală de la coroana şinei — 1 155 mm
- Diametrul roţilor la cercul de rulare — ø 350 mm
- Înălţimea bolţului dispozitivului de cuplare de la coroana şinei — 230 mm
- Distanţa între osii — 450 mm
- Greutatea maximă — circa 410 kg

Dr. ing. A. LĂPUȘCĂ
director general al C. M. Deva

Preocupări pentru dezvoltarea mineritului în cadrul Centralei minereurilor Deva

Urmare a măsurilor aplicate de perfecționare a conducerii economiei naționale, mineritul metalifer din zona de vest și sud-vest a țării a fost grupat, organizatoric, în cadrul Centralei minereurilor din Deva. Caracterul eterogen al zăcămintelor, cît și dispersarea teritorială a acestora a impus analiza de detaliu a fiecărei mine pentru a stabili, fundamentat pe posibilități reale, capacitatea de producție a fiecărei întreprinderi. Din analiza făcută a rezultat că minele apar în trei situații distincte :

— mine a căror capacitate de producție prezintă o scădere permanentă, cu un grad de asigurare cu rezerve limitat la 2—3 ani ;

— mine cu producție constantă al căror grad de asigurare cu rezerve permitea menținerea de capacitate ;

— mine în curs de dezvoltare, asigurate cu potențial geologic corespunzător creșterii de capacitate, predominînd, în special, minele din grupele I și II, fapt ce conducea la o scădere a capacităților de producție, unele dintre ele fiind prevăzute pentru sistarea activității în perioada actualului cincinal (Certej-Săcărîmb și Bocșa).

Sub aspectul tehnologiilor aplicate, la majoritatea minelor predominau metodele de exploatare cu rambleu sau alte metode cu productivitate scăzută care limitau capacitatea de producție. Atît în organizarea activității din subteran, cît și în activitatea de suprafață și la preparare, tehnologiile aplicate prezentau numeroase anomalii, influențînd asupra nivelului costurilor și a economicității activității.

De aceea, pentru a se obține rezultate majore în domeniul creșterii bazei de materii prime și pentru a se înregistra importante îmbunătățiri privind tehnologiile de extracție și de preparare a minereurilor dar, mai ales, pentru a se produce un reviriment pe linia creșterii productivității muncii și a reducerii costurilor de producție, conducerea Centralei minereurilor Deva și colectivele de specialiști, repartizate în unitățile sale răspîndite pe raza teritorială a șase județe, au întocmit programe de măsuri, care să conducă etapizat la realizarea obiectivelor stabilite.

Astfel, în sectorul geologic, aplicarea programelor inițiale a condus la rezultate bune, dintre care enumerăm.

Pentru unitățile ale căror rezerve geologice nu asigurau continuitatea activității decît pentru cîțiva ani, s-a trecut la examinarea, cu multă atenție, a concluziilor privind cercetările geologice din perimetrele învecinate acestora, fapt ce a permis atragerea în exploatare și a altor zone, unele chiar cu minereuri diferite. Astfel la E. M. Certej-Săcărîmb se valorifică astăzi și minereul complex dintr-o zonă adiacentă și tot prin această mină se vor valorifica și minereurile auroargentifere din zăcămintele Măgura, Teascu, Hondol ș.a. ; de asemenea la I. M. Bocșa se valorifică și minereul cuprifer din cadrul minei Ocna de Fier.

Menționăm că, programul privind activitatea geologică a fost îmbunătățit și completat cu prilejul vizitei de lucru efectuate în județul Hunedoara în luna sept. 1974 de către tovarășul Nicolae Ceaușescu, Secretarul General al Partidului, cînd , în urma informării prezentată la sediul Centralei minereurilor Deva, s-a stabilit intensificarea cercetării, prospectării și explorării geologice, în scopul creșterii rezervelor de minereuri și respectiv a producției de metale.

În urma executării unor importante volume de lucrări geologice, au fost puse în evidență, în ultimii ani, cîteva zăcăminte noi de minereuri de fier, cuprifere și de aluminiu. Întrucît cercetările privind stabilirea condițiilor industriale au arătat că exploatarea acestor zăcăminte prezintă interes economic, s-a trecut la întocmirea studiilor tehnico-economice pentru stabilirea amplasării obiectivelor, volumele de investiții și capacitățile de producție, precum și nivelul indicatorilor ce se vor realiza. Astfel, vor intra în producție, în anii viitorului cincinal, următoarele unități noi : Moldova Nouă II și Roșia Poieni pentru minereuri cuprifere sărace, Ohaba Ponor pentru bauxită și Ruschița Fier I și Ruschița Fier II.

Fig. 1. Valorificarea zăcămîntului cu minereu de fier de la Ruschița.

Dacă tendința de scădere a conținutului de metale din minereurile zăcămintelor cunoscute a condus la punerea în exploatare a unor zăcăminte mai sărace, de tipul celor enumerate mai sus, preocuparea cadrelor noastre se îndreaptă spre o mai bună gospodărire a rezervelor de minereuri ce le vom exploata în viitor. De altfel, trebuie menționată tendința generală ce se vădește în întreaga lume, de a se exploata și prepara minereuri metalifere cu conținuturi tot mai sărace, prețurile de revenire ale metalelor fiind în creștere.

Pentru a suplini, în cea mai mare parte, efectul economic negativ al scăderii tot mai pronunțate a conținutului de metale, ne-am orientat spre capacități mari de producție, spre metode de exploatare de mare productivitate, spre extinderea mecanizării proceselor în subteran, spre folosirea utilajelor de mare tonaj și a liniilor tehnologice de preparare cu modul mare, la automatizarea unor procese complexe și, acolo unde este cazul, la o activitate integrată: extracție, preparare, metalurgie.

Dintre metodele de mare productivitate care s-au introdus și se vor extinde în minele noastre menționăm metoda de exploatare „în subetaje" care, aplicată la Deva, Moldova Nouă, Bălan, Baia de Arieș și Barza s-a concretizat în obținerea de economii de 10—15 lei pe tona de minereu datorate, în principal, creșterii productivității muncii cu 4—6 tone pe post peste cea realizată în prezent în abataje și prin reducerea consumului de lemn de mină cu 4—12 m la 1000 tone minereu.

În tabelul 1 sînt redate creșterile capacităților de producție și ale productivității muncii, precum și principalele realizări și prevederi ale unor indicatori tehnici.

Tabelul 1

Indicatori	U/M	1971	1975	1980
TOTAL CAPACITAȚI DE PRODUCȚIE:	%	100	153	485
● minereuri extrase din subteran prin metode de mare productivitate (subetaje, rambleaj hidraulic)	%	100	240	278
● minereuri extrase din cariere	%	100	176	1 590
Productivitatea muncii	lei/lucrător și an	36 685	40 290	63 330
Mașini de încărcat cu siloz	buc.	300	402	470
Linii tehnologice de preparare	Modulul liniilor t/24 h	250 și 500	500 și 1 500	500 1 500 6 000 și 8 500

În completarea eforturilor ce se depun în sectoarele de extracție, urmărim și valorificarea preocupărilor ce există în activitatea de preparare a minereurilor, acestea fiind orientate în mai multe direcții și anume:

— creșterea gradului de recuperare a substanțelor minerale utile în concentrate;

— valorificarea într-o măsură sporită a elementelor conexe existente în minereuri;

— îmbunătățiri ale fluxurilor de preparare și depășirea randamentelor de extracție planificate.

De asemenea, s-a acționat în sensul verificării unor studii, stabilindu-se tehnologiile pentru valorificarea plumbului, zincului și cuprului din minereurile de la I.M.Barza, a zincului din pirita de la Boița Hațeg și a fierului din minereurile cuprifere de la Deva și Bocșa. Aceste rezultate nu marchează decît un început, cercetătorii Institutului de cercetări și proiectări miniere Deva avînd un larg cîmp de acțiune și foarte multe teme de abordat din acest punct de vedere, deoarece, prin creșterea valorii minereurilor pe seama valorificării lor complexe, se asigură bazele materiale ale atragerii în exploatare a unor cîmpuri miniere cu rezerve al căror conținut le situează astăzi în afara domeniului de exploatabilitate.

Printre alte preocupări, pe linia îmbunătățirii procesului de preparare a minereurilor, menționăm:

● adoptarea unei tehnologii la prepararea minereului de fier de la mina Ruschița (Pîrîul cu raci) fără prăjire magnetizantă și anume: recuperarea magnetitei într-un cîmp magnetic slab și recuperarea sideritei într-un cîmp magnetic puternic. Acest procedeu va elimina transportul de la Ruschița la I.M. Hunedoara unde există cuptoare pentru prăjire magnetizantă;

● la majoritatea instalațiilor de preparare se va introduce treapta a doua de clasare a tulburelii de la revărsarea clasorului mecanic, prin introducerea în flux a fazei de hidrocicloane de control. Această măsură va conduce la reducerea ponderii șlamurilor în tulbureala de alimentare a celulelor, la reducerea ponderii claselor grobe, la evitarea supramăcinării și, în final, la creșterea extracțiilor de metale în concentrate;

● în scopul reducerii gradului de poluare în secțiile de sfărîmare, a reducerii opririlor accidentale, ca urmare a înfundării utilajelor de sfărîmare, și a reducerii cheltuielilor de preparare, se va trece, treptat, la tehnologia de măcinare autogenă, în prima treaptă, urmată de măcinare în morile cu bile existente, în treapta a doua;

● de asemenea, se va trece, etapizat, la modernizarea celulelor existente prin transformarea lor în celule pneumo-mecanice, cu aerație mai bună și cu performanțe îmbunătățite;

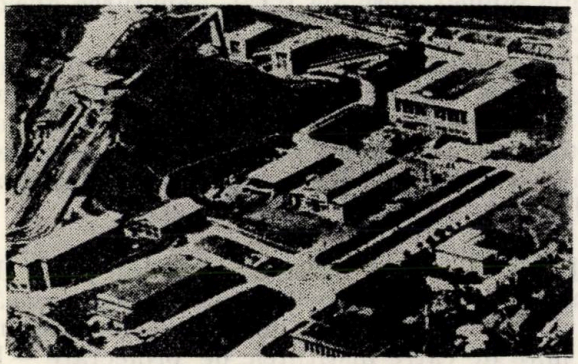


Fig. 2. Instalația de preparare Deva.

● pentru realizarea parametrilor superiori, la întregul flux de preparare la unitățile noi de mare capacitate (Moldova Nouă II — Banatite și Roșia Poieni), se va trece la automatizarea instalațiilor;

● pentru exploatarea unor zăcăminte noi sărace și de volum mai mic, ne orientăm spre folosirea metodelor de extracție prin lesiere.

Pe linia introducerii unor utilaje de mare capacitate în unitățile noastre menționăm următoarele utilaje mai importante:

— foreze electrice rotopercutante pentru găuri înclinate la 15°, excavatoare cu cupa de 8 m³, autobasculante de 100 tone capacitate, care vor acționa pe treptele cu înălțimea de 15—20m a carierelor Moldova Nouă și Roșia Poieni;

— concasoare gigant a căror montare necesită o cuvă cu suprafața de 24×12 m și adîncimea de circa 30 m;

— depozite de minereu cu relee de benzi pentru depozitarea a circa 27 000 tone minereu la Moldova Nouă și respectiv 100 000 tone minerau la Roșia Poieni;

— linii de măcinare de mare capacitate formate din mori autogene și mori cu bile care să asigure măcinarea a circa 6 000—8 500 t/zi și linie;

— celule de flotație de 16,8 m³;

— poduri rulante, electrice, cu sarcina de 100 tf.

Majoritatea utilajelor pentru minele noastre (perforatoare, mașini de încărcat etc.) se vor construi în țară și chiar în uzinele proprii.

Astfel, se extinde uzina de reparat utilaj minier de la Crișcior și se va construi o nouă uzină pentru deservirea noilor capacități ce vor intra în funcțiune.

Pe linia activității de cercetare s-au întocmit și valorificat, pînă în prezent, numeroase teme de cercetare dintre care amintim:

● perfecționarea metodelor de exploatare la E. M. Deva, I. M. Moldova Nouă, I.M. Bălan, I. M. Dobrești, avînd ca efect economic, economii însumate de circa 5 mil. lei/an;

● îmbunătățirea fluxului tehnologic la linia a II-a de spălare a bauxitei de la I. M. Dobrești, care a permis realizarea unor economii și beneficii de circa 1 mil. lei;

● reactualizarea conținutului limită de metal în zăcămintele cuprifere Deva, Bălan și Moldova Nouă, avînd drept rezultat creșterea ponderii rezervelor de minereu cu circa 1 mil. tone pentru fiecare zăcămînt;

● reglarea fluxului tehnologic la instalațiile de separare a magnetitei la E. M. Deva, aplicarea temei conducînd la recuperarea a circa 5 000 t magnetită pe an, din sterilele flotației Deva, valoarea magnetitei ridicîndu-se la circa 1,5 mil. lei;

● perforatoare pentru găuri lungi, tip P.G.-52 Crișcior, construirea lor eliminînd importul pentru utilajele de acest tip și soldîndu-se cu economii de circa 50 000 lei/perforator.

Preocupări de seamă s-au înregistrat și pe linia îmbunătățirii condițiilor de muncă, a combaterii poluării mediului înconjurător, a condițiilor de cazare și alimentație, de școlarizare, de transport. Numeroase fonduri de investiții au fost utilizate pînă în prezent și au fost prevăzute pentru perioadele viitoare, în scopurile de mai sus.

În afară de diverse forme de învățămînt pentru calificarea în diferite meserii a peste 3 300 muncitori pe an, funcționează, pe lîngă unele unități ale noastre, grupuri școlare cu licee sau școli profesionale cu un mare efectiv de elevi. În anul 1975 în aceste grupuri școlare sînt cuprinși 3 500 elevi.

Cîteva invenții, inovații sau teme de cercetare aplicate au rezolvat unele probleme de protecția muncii, dintre care amintim:

● instalația pentru semnalizarea și blocarea automată a mașinii de extracție în funcție de poziția ușilor de la puț;

● instalație pentru încărcarea mecanizată a găurilor lungi de mină, cu explozivi încartușați;

● dispozitiv de acționare de la distanță a comenzilor mașinilor de încărcat cu siloz;

● metoda de săpare a suitoarelor cu găuri lungi. Metoda, experimentată și aplicată pentru prima dată la mina Deva, asigură o creștere apreciabilă a vitezei de săpare în condiții de protecție a muncii, superioare altor metode de folosire.

În perioada de experimentare s-au obținut viteze de avans de 3,5—6 m/zi la săparea suitoarelor cu diametrul de 1,8 m, cu împușcarea în salturi de 2,5 m. În prezent metoda se introduce la I. M. Bălan și se va extinde și la alte unități din cadrul centralei.

Mai menționăm că, introducerea metodelor de exploatare de mare productivitate (prin subetaje) la minele Deva și Baia de Arieș a permis ca lichidarea focurilor subterane ce apăreau la aceste mine să se poată face fără întreruperea activității de exploatare.

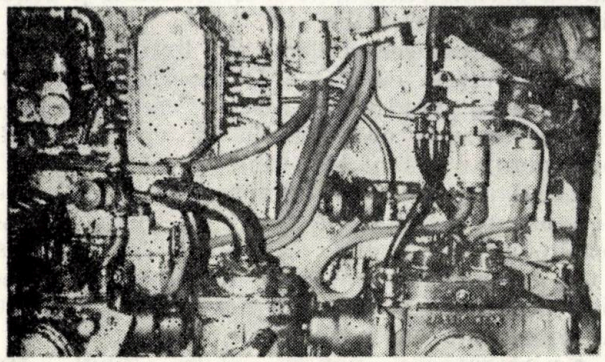


Fig. 3. Dispozitiv de acționare de la distanță a comenzilor mașinilor de încărcat cu siloz.

Pentru combaterea poluării mediului înconjurător s-a prevăzut ca noile iazuri de decantare a sterilelor să se construiască în afara zonelor locuite, iar la cele scoase din funcțiune se vor aplica măsuri de protecție. De asemenea, în studiile tehnico-economice s-au prevăzut volume de investiții și fonduri de producție pentru respectarea normativelor privind protecția muncii, normale P.C.I. , epurarea apelor etc.

Tot în cadrul noilor documentații tehnico-economice s-au introdus și elemente moderne de calcul referitoare la: stabilirea capacităților optime de producție, programarea producției, eșalonarea investițiilor, optimizarea transportului pe treptele marilor carire etc.

★

În preajma noului cincinal, avînd baza de materii prime asigurată pentru fiecare zăcămînt și documentațiile tehnico economice întocmite de către institutele de proiectare — la care își aduc aportul și peste 150 cadre de specialitate din cadrul Centralei minereurilor Deva și a unităților sale avem convingerea că realizarea planului de metale, ridicarea nivelului tehnic, calitativ și de eficiență a întregii noastre activități, se vor îndeplini în cele mai bune condiții.

Dr. ing. **V. Gabrian**
director general al C.M.M.N. Baia Mare

Realizări și preocupări de viitor în activitatea Centralei minereurilor și metalurgiei neferoase Baia Mare

Valorificarea tot mai completă și la un grad superior a resurselor naturale de care dispune economia națională constituie sarcina principală trasată de documentele de partid industriei miniere. Realizarea acestui deziderat impune desfășurarea, de către toate unitățile miniere, a unei susținute activități în condiții de mare complexitate determinate de parametrii geo-minieri ai zăcămintelor existente în exploatare, de vasta răspîndire teritorială a acestor zăcăminte, de caracteristicile substanțelor minerale utile supuse procesului de extragere și prelucrare.

În realizarea sarcinilor deosebit de complexe ce revin industriei miniere, Centrala minereurilor și metalurgiei neferoase Baia Mare ocupă un loc important, prin ponderea pe care o are în producția de metale neferoase, pondere atestată de participarea în balanța economiei naționale cu 72% în producția de plumb metal, 70% în cea de cupru, 93% în cea de zinc etc. Participarea unităților miniere ale C.M.M.N. Baia Mare în producția de concentrate de minereuri neferoase și nobile a țării este, de asemenea, importantă: 70% la concentratele colective, 100% la concentratele plumboase, 96% la concentratele de zinc, 69% la concentratele aurifere etc. Ponderi importante dețin unitățile C.M.M.N. Baia Mare și în producția de barită, acid sulfuric, metale nobile etc., participînd în același timp cu un aport mai mare sau mai mic la realizarea a peste 40 produse chimico-metalurgice și a peste 10 tipuri de utilaje miniere.

Importanța deosebită pe care o are la nivelul industriei miniere activitatea C.M.M.N. Baia Mare pentru producția de metale neferoase și alte produse, cît și în economia celor șase județe în care sînt amplasate cele 21 de unități economice ale centralei, obligă toate colectivele de muncă din centrală să desfășoare, în mod permanent, o activitate exemplară pentru a realiza în condiții cît mai bune sarcinile cantitative și calitative tot mai mari ce le revin

din planurile de dezvoltare a economiei naţionale.

Făcînd bilanţul rezultatelor obţinute de C.M.M.N. Baia Mare în realizarea sarcinilor actualului cincinal şi a anului în curs, putem conchide, cu deplin temei, că acestea sînt pozitive în toate domeniile, dovedind că munca depusă a fost eficientă. Cîteva dintre rezultatele principale obţinute de unităţile centralei vor fi prezentate în continuare.

I. Din realizările cincinalului 1971—1975

Desfăşurîndu-şi activitatea sub imperativul preocupării de a realiza sarcinile actualului cincinal înainte de ternen, colectivele de muncă din cadrul centralei şi-au depăşit an de an sarcinile de plan, aceste depăşiri reprezentînd, spre exemplu, la producţia globală a centralei aproape 2 miliarde de lei. Unităţi cum sînt: E. M. Ilba, E.M. Săsar, E. M. Cavnic, E. M. Herja, U.U.M.R. Baia Mare etc. au încheiat sarcinile actualului cincinal cu un avans de 6—14 luni la principalii indicatori.

Sarcinile pe care colectivele de muncă din cadrul centralei le-au depăşit în actualul cincinal n-au fost uşoare ca nivel de plan, ele avînd o dinamică crescîndă, iar realizarea lor a avut loc în condiţii geo-miniere deosebit de complexe, solicitînd eforturi continue pe linia unei organizări mai bune, a asigurării unei baze tehnico-materiale corespunzătoare şi a ridicării nivelului tehnic al producţiei.

Edificatoare în privinţa dezvoltării activităţii de producţie în cadrul unităţilor centralei sînt datele din graficul din figura 1, privitoare la evoluţia producţiei globale a minereului prelucrat şi producţiei principalelor trei metale extrase în anii actualului cincinal, rezultate ce trebuie coroborate cu evoluţia defavorabilă calitativ a bazei de materii prime.

Dezvoltarea producţiei de minereu, premisă principală pentru realizarea sarcinilor de metal în condiţiile în care nu se dispunea de o bază de materie primă dintre cele mai favorabile sub raport calitativ, impunea o activitate susţinută pe linia cercetării geologice, a dezvoltării capacităţii minelor în funcţiune şi a punerii în funcţiune a noilor capacităţi prevăzute în plan.

Eforturile făcute pe linie de cercetare geologică şi de realizare a sarcinilor fizice şi valorice de plan s-au concretizat în creşteri importante ale volumului de rezerve cu care sînt asigurate unităţile miniere, planul de rezerve pe actualul cincinal fiind depăşit.

Paralel cu dezvoltarea potenţialului de materii prime, utilizînd judicios fondurile de investiţii ce s-au alocat centralei, a fost posibil să se asigure o creştere a întregii baze tehnico-materiale a producţiei şi în primul rînd să se îmbunătăţească dotarea cu utilaje a unităţilor, premisă esenţială pentru sporirea eficienţei activităţii.

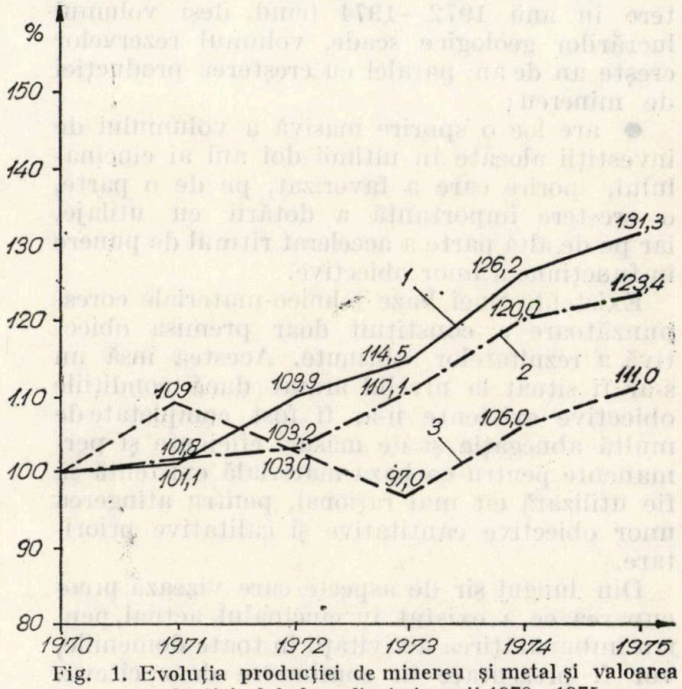


Fig. 1. Evoluţia producţiei de minereu şi metal şi valoarea producţiei globale realizate în anii 1970—1975:

1 — minereu neferos extras; *2* — valoarea producţiei globale; *3* — metale neferoase produse.

Evoluţia fondurilor de investiţii alocate centralei este redată în graficul din figura 2, alături de datele privind activitatea geologică.

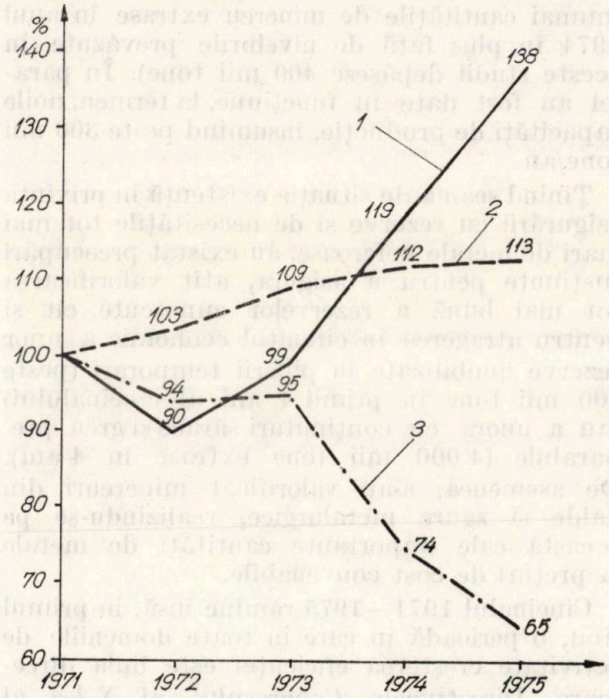


Fig. 2. Valoarea investiţiilor, rezervele geologice şi volumul lucrărilor geologice în anii 1971—1975:

1 — valoarea investiţiilor; *2* — rezerve geologice determinate; *3* — lucrări geologice executate.

Interpretarea acestui grafic conduce evident la cel puțin două concluzii :

● eficiența lucrărilor geologice este în creștere în anii 1972—1974 (cînd, deși volumul lucrărilor geologice scade, volumul rezervelor crește an de an, paralel cu creșterea producției de minereu ;

● are loc o sporire masivă a volumului de investiții alocate în ultimii doi ani ai cincinalului, sporire care a favorizat, pe de o parte, o creștere importantă a dotării cu utilaje, iar pe de altă parte a accelerat ritmul de punere în funcțiune a unor obiective.

Existența unei baze tehnico-materiale corespunzătoare a constituit doar premisa obiectivă a rezultatelor obținute. Acestea însă nu s-ar fi situat la nivelul arătat dacă condițiile obiective existente n-ar fi fost completate de multă abnegație și de măsuri eficiente și permanente pentru ca baza materială existentă să fie utilizată cît mai rațional, pentru atingerea unor obiective cantitative și calitative prioritare.

Din lungul șir de aspecte care vizează preocuparea ce a existat în cincinalul actual, pentru îmbunătățirea activității în toate domeniile, vor fi prezentate în continuare doar cîteva.

Toate unitățile din cadrul centralei au pus un accent deosebit pe utilizarea deplină a capacităților de producție puse în funcțiune prin lucrările de investiții executate. Mine ca Ilba, Herja, Baia Sprie și altele au lucrat în toți anii cincinalului mult peste cifrele prevăzute în studiile tehnico—economice aprobate, (numai cantitățile de minereu extrase în anul 1974 în plus față de nivelurile prevăzute în aceste studii depășesc 400 mii tone). În paralel au fost date în funcțiune, la termen, noile capacități de producție, însumînd peste 300 mii tone/an

Ținînd seama de situația existență în privința asigurării cu rezerve și de necesitățile tot mai mari de metale neferoase, au existat preocupări susținute pentru a asigura, atît valorificarea tot mai bună a rezervelor cunoscute, cît și pentru atragerea în circuitul economic a unor rezerve imobilizate în pilierii temporari (peste 600 mii tone în primii 4 ani ai cincinalului) sau a unora cu conținuturi sărace și greu preparabile (4 000 mii tone extrase în 4 ani). De asemenea, s-au valorificat minereuri din halde și zgure metalurgice, realizîndu-se pe această cale importante cantități de metale la prețuri de cost convenabile.

Cincinalul 1971—1975 rămîne însă, în primul rînd, o perioadă în care în toate domeniile de activitate creșterea eficienței este linia directoare. Directiveele Congresului al X-lea al partidului arată cu claritate căile de acțiune în această direcție — promovarea largă a progresului tehnic în economia națională, introducerea și extinderea proceselor tehnologice avansate.

Pe această linie în subteran preocupările s-au canalizat spre :

— extinderea metodelor de mare productivitate, a metodelor cu subetaje la minele cu filoane groase și a celor cu înmagazinare în panouri scurte în cazul filoanelor subțiri ;

— creșterea gradului de mecanizare în subteran ;

— realizarea unor prime automatizări (la stații de evacuare a apelor și ventilatoare) ;

— înlocuirea la unele mine a mijloacelor de transport pe galerii avînd capacități reduse cu altele de capacitate mai mare (vagonete tip Gramby și locomotive de 14 tone) ;

— extinderea tehnologiilor și a măsurilor menite să conducă la reducerea consumului de lemn de mină.

O parte din realizările obținute în direcțiile menționate pot fi urmărite pe graficul din figura 3, în care sînt redate cîteva date sintetice

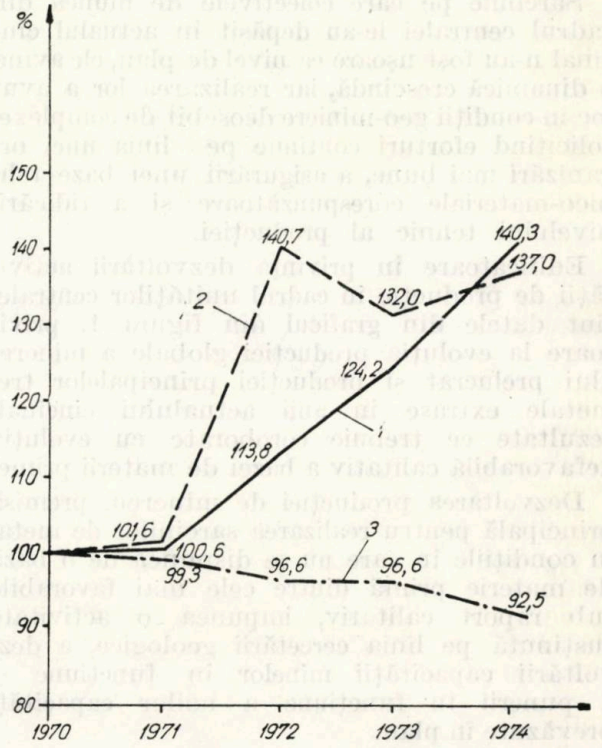


Fig. 3. Evoluția încărcării mecanizate, aplicarea metodelor de mare productivitate și consumul de lemn :
1 — încărcare mecanică în galerii ; *2* — extragere de minereu prin metode de mare productivitate ; *3* — consum de lemn de mină.

pe centrală. Semnificativ pe această linie este faptul că, spre exemplu, numai la o mină mică cum este Herja în urma înlocuirii metodei clasice cu rambleu prin cea cu înmagazinare în panouri scurte s-a realizat, într-un singur an, o economie totală (prin creșterea productivității și a gradului de recuperare) de 8 mili-

oane de lei. De asemenea, pot fi subliniate, ca semnificative pe această linie, și următoarele aspecte : numărul instalațiilor de forare a găurilor de lungime medie a crescut de la 9 buc. în 1971 la 50 buc. în 1974, iar cel al mașinilor da încărcat cu siloz de la 31 în 1971 la 91 în 1975.

La nivelul uzinelor de preparare eforturile au fost îndreptate spre :

— asimilarea în producție a unor procedee tehnologice noi de mare eficiență cum ar fi măcinarea autogenă și decuprarea concentratelor (cel din urmă procedeu putînd fi aplicat cu maxim de eficiență în condițiile integrării activității miniere cu cea metalurgică) ; fiecare din aceste tehnologii are o eficiență de circa 10 milioane lei pe an la nivelul actual de extindere ;

— realizarea unor randamente de extracție ridicate, în condițiile reducerii conținuturilor de alimentare, prin : perfecționarea utilajelor și instalațiilor, introducerea unor utilaje noi cu caracteristici tehnologice îmbunătățite, utilizarea hidrocicloanelor pentru clasare sau controlul clasării , extinderea dozării centralizate a reactivilor, înbunătățirea schemelor tehnologice (măcinarea și flotarea stadială, prelucrarea în amestec a unor sorturi de minereu etc.) ;

—utilizarea unor reactivi netoxici în locul spumanților fenolici.

Procesele tehnologice metalurgice au fost asigurate prin investiții de un înalt nivel tehnic, comparabil cu cele mai bune realizări pe plan mondial.

Atît măsurile luate pe linia creșterii nivelului tehnic al producției, cît și cele pentru mai buna organizare a producției și muncii au condus la creșterea productivității în fiecare an, chiar în condițiile în care are loc o creștere a complexității activității determinată de modificările defavorabile ce au loc în privința stimulilor naturali ce caracterizează extracția și prelucrarea minereurilor.

Perioada 1971—1975 s-a caracterizat, în activitatea centralei și prin acordarea unei importanțe sporite problemelor de protejare a mediului. În cursul anului 1974 au fost începute lucrările de investiții pentru primele două stații de epurare a apelor de mină — la Băiuț și Herja — și s-a elaborat un studiu de ansamblu pe baza căruia s-a făcut etapizarea lucrărilor de investiții necesare epurării apelor de la alte mine și uzine de preparare. De asemenea, în ultimii doi ani au fost clarificate problemele privitoare la asigurarea, într-o perspectivă mai lungă, a iazurilor de decantare pentru toate uzinele de preparare.

Succesele obținute trebuie legate însă, nu numai de aspectele tehnice și organizatorice, ci și de preocuparea ce a existat pentru asigurarea cu cadre a unităților și pentru crearea unor condiții sociale și de muncă tot mai bune. Sintetic această vastă preocupare și efortul făcut pot fi redate în următoarele date : volumul cheltuielilor de protecție a muncii efectuate în primii patru ani ai cincinalului se ridică la peste 340 milioane lei ; efectivele calificate în unitățile centralei în primii patru ani ai cincinalului reprezintă peste 7 000 muncitori, la care se adaugă peste 2 000 absolvenți din școlile profesionale și cele de ucenici ; numărul de apartamente existente în administrația unităților centralei este de peste 4 200, iar cel al locurilor în căminele muncitorești de 4 400 ; în cele 18 cantine de pe lîngă unitățile din cadrul centralei servesc zilnic masa peste 7 800 de persoane.

II. Sarcini și perspective de viitor

Sarcinile ce revin centralei din Baia Mare pe cincinalul 1976—1980 sînt evident superioare celor din actualul cincinal, reprezentative fiind în acest sens datele următoare :

Indicatorii sintetici comparați	Nivelul de creștere, %		
	1975 față de 1970	1980 față de 1975	Cincinalu 1976—1980 față de cincinalul 1971—1975
Valoarea producției globale	123	151	132
Producția la principalele metale în produse metalurgice (Pb, Cu, Zn)	111	182	130
Productivitatea muncii	108	150	124

Eforturile solicitate de realizarea sarcinilor aferente cincinalului 1976—1980 vor fi și ele mai mari decît cele depuse în actualul cincinal.

Pentru creșterea bazei tehnico-meteriale a unităților centralei vor fi cheltuite în cincinalul 1976—1980 fonduri de investiții mai importante decît în cincinalul 1971—1975, cu peste două miliarde lei.

Aceste fonduri vor fi orientate cu precădere spre realizarea unor obiective de mare importanță cum ar fi : creșterea bazei de materii prime, punerea în funcțiune de noi capacități de producție și creșterea nivelului dotării tehnice.

Printre obiectivele importante ce urmează a fi realizate în cincinalul următor se înscriu următoarele :

— noi capacități la extracția minereurilor neferoae — peste 700 mii tone/an localizate la Borșa, Cavnic, Rodna etc. ;

— cariera pentru sulf din Munții Călimani cu o capacitate de 1 milion tone minereu pe an ;

— o nouă uzină de preparare la Baia Borșa ;

— dublarea capacității uzinei Copșa Mică prin executarea unui nou furnal ISP ;

— noua uzină de cupru cu o capacitate de 1,5 ori mai mare decît cea existentă în prezent în Baia Mare ;

— o uzină pentru reactivi de flotație, una pentru bioxid de mangan, alta pentru pulberi de aluminiu etc.

Toate aceste obiective vor fi realizate la cel mai înalt nivel tehnic și tehnologic, urmînd a influența pozitiv eficiența întregii activități a centralei.

Cincinalul 1976—1980 va trebui să fie, conform sarcinilor trasate de cel de-al XI-lea Congres, cincinalul revoluției tehnico-științifice, al unui salt calitativ în acest domeniu.

În orientarea activității de cercetare științifică și a întregii activități pe linia introducerii progresului tehnic, pornim de la premisa că în prezent există o rămînere în urmă a activității de asimilare a noi utilaje, față de cea privind cercetarea de noi tehnologii. Ca urmare,se va acorda o importanță mai mare — prin planificarea fondurilor, asigurarea cu cadre de concepție, dezvoltarea bazei materiale—activității de asimilare de noi utilaje tinzînd, în primul rînd, spre creșterea ponderii utilajelor bazate pe concepție proprie și nu pe licențe sau copieri a unor modele de referință.

Activitatea în domeniul promovării progresului tehnic va avea la bază programul unitar întocmit în acest an, studiile privind dezvoltarea științei și tehnologiei în sectorul minier și cel metalurgic, studiile tehnico-economice, planurile de cercetare și alte documente de sinteză.

Direcțiile prioritare vizate de obiectivele cuprinse în documentele menționate sînt cele reieșite din sarcinile trasate industriei miniere pentru viitor: diversificarea bazei de materii prime și utilizarea ei tot mai rațională, prin creșterea gradului de recuperare și prelucrare., reducerea cheltuielilor de producție și, în special, a consumurilor de materiale deficitare și de energie, sporirea productivității muncii.

Spicuind din multiplele obiective pe care centrala și le-a propus pentru viitor în domeniul progresului tehnic, reținatenția aspectele ce vor vi prezentate în continuare.

Metodele de mare productivitate vor fi extinse, în continuare, punîndu-se un accent deosebit pe folosirea unor tehnologii care să îmbine cît mai avantajos creșterea productivității muncii și reducerea cheltuielilor cu valorificarea cît mai deplină a rezervelor.

Vor fi introduse, la cîteva din minele centralei, sisteme de rambleiere pneumatică și hidraulică, utilizînd în acest scop sterilul rezultat în urma procesului de prelucrare.

Pentru reducerea consumului de lemn de mină se preconizează extinderea susținerii metalice în abataje, cu stîlpi cu fricțiune sau hidraulici, metode experimentate în actualul cincinal.

Pe baza studiilor începute în actualul cincinal, se va trece la utilizarea explozivilor granulari încărcați mecanic în găurile de mină cu ajutorul unor dispozitive ce vor fi asimilate în cadrul centralei.

Creșterea vitezelor de săpare a lucrărilor miniere se va obține prin: extinderea săpării suitorilor cu ajutorul platformelor; trecerea la utilizarea forezelor S-0 125; utilizarea cărucioarelor de perforare, a trenurilor navetă, a mașinilor de încărcat de mai mare productivitate.

Se vor continua actualele preocupări pe linia modernizării metodelor de susținere și a dotării unităților cu mijloace de transport de capacitate mai mare.

Vor fi inițiate și în parte finalizate studii pentru mecanizarea complexă a abatajelor și a execuției lucrărilor miniere, realizarea unor noi sisteme de deschidere și pregătire a minelor; realizarea unor aparate și tehnologii menite să combată sau să reducă diversele noxe din subteran (praf, zgomot etc.).

În cincinalul viitor se va realiza în cadrul centralei o instalație pentru transportul hidraulic al minereului între mină și uzina de preparare și una pentru recuperarea de metale din apele de mină, pregătindu-se totodată condițiile pentru extinderea acestor tehnologii.

Se vor continua acțiunile de extindere pentru:

- măcinarea autogenă, procedeu ce se va introduce la încă trei uzine cu o capacitate de peste 1 000 mii tone pe an;
- decuprarea concentratelor;
- modernizarea celulelor de flotație;
- îmbunătățirea calității concentratelor plumbo-zincoase de la C.M. Suceava și Baia Borșa;
- automatizarea proceselor de preparare etc.

Vor fi continuate și materializate cercetările pe linia epurării apelor, a recircuitării lor la uzinele de preparare, a valorificării depozitelor de steril și zăcămintele foarte sărace.

În domeniul metalurgiei neferoase se va trece la utilizarea aerului îmbogățit în oxigen în procesul de topire în suspensie; se va îmbunătăți gradul de valorificare a materiilor prime prin: prelucrarea scoarțelor cuproase după procedeul amoniacal, îmbunătățirea modului de prelucrare a cenușilor zincoase, creșterea procentului de recuperare a seleniului și de prelucrarea prafurilor volatile; va fi extinsă gama de produse realizate sau se vor perfecționa tehnologiile de obținere a unor produse (sulfura de sodiu, pulberi de cupru și aluminiu); va crește gradul de mecanizare a unor operații.

Cunoașterea profundă a situației unităților din cadrul centralei, analiza de detaliu a sarcinilor ce ne stau în față, nivelul de dotare tehnico-materială extistent, fondurile de investiții ce urmează a fi alocate centralei în cincinalul 1976—1980, experiența, priceperea și dăruirea colectivelor noastre de muncă ne dau certitudinea că și în cincinalul viitor vor fi obținute rezultate bune în realizarea indicatorilor cantitativi și calitativi ce vor reveni C.M.M.N. Baia Mare, în conformitate cu Directivele celui de-al XI-lea Congres al partidului.

Dr. ing. P. Ilie
director I.C.P.M.M.N. Baia Mare

Realizări și orientări în cercetarea și proiectarea minieră și metalurgică

Dezvoltarea țării noastre în spiritul prevederilor Congresului al XI-lea al P.C.R. este strîns legată de creșterea eficienței economice a proceselor de producție pe baza introducerii progresului tehnic. În zilele noastre progresul tehnic se sprijină, în întregime, pe rezultatele cercetării științifice, pe priceperea de a le transpune în practică. Măsurile luate privind continua perfecționare a activității de cercetare-proiectare, de creștere a eficienței ei, de valorificare mai rapidă a tehnologiilor avansate reflectă grija pentru modernizarea economiei noastre.

Pentru rezolvarea cu succes a importantelor sarcini privind progresul tehnic în domeniul industriei extractive, în decursul anilor s-au adoptat măsuri de integrare a cercetării cu producția și învățămîntul. Crearea centrelor de cercetare și a unităților de învățămînt pe lîngă marile unități de producție, precum și organizarea cercetării și proiectării în profil de ramură reprezintă tot atîtea aspecte ale integrării cercetării și proiectării în preocupările curente și de perspectivă a extracției substanțelor minerale utile. Toate aceste măsuri au condus în decursul anilor la folosirea mai rațională a forțelor de muncă și a mijloacelor materiale pentru rezolvarea problemelor tehnologice puse de procesele de producție; a crescut responsabilitatea pentru soluțiile tehnice adoptate, cu efecte favorabile în modernizarea producției de matale neferoase și rare, ca urmare a contribuției aduse de colectivele din mine, uzine de preparare, metalurgie și din unitățile de cercetare-proiectare.

Realizarea și depășirea continuă a sarcinilor de producție de către unitățile din industria extractivă a minereurilor și metalelor neferoase și rare este consecința promovării largi a progresului tehnic, a introducerii și extinderii proceselor tehnologice avansate. Mineritul și metalurgia neferoasă dispun astăzi de tehnologii și utilaje moderne, rod al cercetării proprii, desfășurate în cadrul programelor prioritare, parte integrantă ale planurilor economice anuale, cincinale și de perspectivă.

Lucrările elaborate în cadrul acestor programe, aplicate în producție, au condus la atragerea în circuitul economic a unor noi minereuri și metale, la creșterea producției, a productivității muncii și îmbunătățirea altor indicatori tehnico-economici.

Referitor la extragerea minereurilor, tehnologiile de exploatare la zi s-au adoptat ca soluții avantajoase pentru unele minereuri sărace, care se vor extrage în cadrul unor obiective de foarte mare capacitate; pentru subteran promovarea tehnologiilor avansate a condus la extinderea aplicării procedeelor cu transport gravitațional, la înlocuirea susținerii în lemn cu beton torcretat și elemente prefabricate din beton.

S-a acordat atenție elaborării rețelei optime de exploatare și deschidere a zăcămintelor intens tectonizate, ceea ce reduce cu 20 % necesarul de lucrări miniere. Preocuparea pentru aplicarea și extinderea metodelor de exploatare cu subetaje în condițiile zăcămintelor groase s-a concretizat prin creșterea cu 50 % a productivității muncii și reducerea cu 10 — 15 m³/1 000 tone a consumului de lemn.

Prin perfecționarea tehnologiilor de perforare-împușcare s-au obținut creșteri cu 25—30 % a vitezelor de înaintare la săparea lucrărilor miniere, s-a realizat tehnologia de excavare cu găuri lungi în condiții de securitate sporită, asimilîndu-se și utilajul adecvat de perforare și încărcare. Preocupările pentru creșterea productivității muncii au fost însoțite de cercetări care au condus la reducerea diluției și a pierderilor de minereu, care în unele exploatări miniere acestea s-au redus pînă la o treime.

În domeniul preparării minereurilor, pe lîngă tehnologiile aplicate pentru atragerea în circuitul economic a unor noi zăcăminte de minereuri, s-a executat un volum important de lucrări, pentru modernizarea tehnologiilor în concordanță cu cerințele impuse de procedeele moderne metalurgice-topirea în suspensie a concentratelor cuproase și a piritelor aurifere, topirea prin procedeul ISP a concentratelor plumbo-zincoase.

Aceste procedee metalurgice au necesitat modificarea tehnologiilor de flotație pentru unele minereuri complexe și îmbunătățirea tehnologiilor de separare a concentratelor colective plumbo-cuprose. Aplicarea flotației colectiv-selective a minereurilor complexe de la Baia Borșa, Rodna, Ilba, Nistru ș.a. a condus la creșterea extracției absolute cu peste 10 % la unele din metalele de bază. Decuprarea concentratului plumbo-cupros prin tehnologia fără cianură, numai în cazul minereului Cavnic a condus la obținerea

unui concentrat cupros, de calitate superioară, la producţia suplimentară şi economii de peste 10 milioane lei/an.

Tehnologia de decuprare fără cianură, cu folosirea cărbunelui activ pentru desorbţie, în cazul minereului Baia Sprie a permis nu numai obţinerea de concentrate de calitate superioară dar şi reducerea pierderilor mecanice şi simplificarea instalaţiei.

Folosirea depresanţilor eficienţi pentru blendă—amestec de sulfat de zinc cu carbonat de sodiu—a condus la reducerea de la 10—12 la 5—6 % a conţinutului de zinc din unele concentrate plumbo-cuproase. Dozarea uleiului greu (reziduu din industria petrochimică), la majoritatea instalaţiilor de preparare din ţară, a permis reducerea substanţială a importului de spumanţi neionici şi înlocuirea flotanolului indigen bogat în fenoli.

Pe lîngă procedeele de bază, o atenţie deosebită s-a acordat procedeelor pregătitoare şi a celor auxiliare. Cercetarea capacităţilor de măcinare - clasare, recomandarea aplicării hidrociclonării ca procedeu de clasare şi de control al clasării, s-a concretizat prin creşterea cu 10—20 % a capacităţii de prelucrare la numeroase uzine de preparare

Un volum important de lucrări a fost dedicat extinderii procedeului de măcinare autogenă la prepararea minereurilor cuprifere şi complexe ca şi a zgurelor metalurgice, a căror aplicare a permis obţinerea unor importante economii la preţul de cost prin restrîngerea fazei de sfărîmare şi reducerea consumului de energie şi de bile. Pentru minereurile şi zgurile la care se aplică în prezent acest procedeu, economiile reprezintă 10—15 lei/tonă.

În cazul minereurilor complexe şi cuprifere, perfecţionarea tehnologiilor de prelucrare a minereurilor, în condiţiile scăderii cu 12—35 % a conţinutului de metal în minereuri a permis să se menţină, şi în multe cazuri să crească cu 1,5 — 16 %, extracţiile de metal comparativ cu anul 1964.

Pentru atragerea în circuitul economic a unor metale prin valorificarea unor minereuri sărace şi dificil de prelucrat sau a unor deşeuri metalurgice, s-au elaborat, pe baza cercetărilor, tehnologii noi de prelucrare, unele originale apărate de brevete. Astfel s-a obţinut prin tehnologii combinate mercurul metalic, bioxidul de mangan electrolitic, mangan metalic din minereuri, bismut şi stibiu din concentrate. Unele din aceste metale se obţin deja în uzine metalurgice şi instalaţii de producţie experimentale, iar valorificarea altora este prevăzută în cadrul studiilor tehnico-economice de dezvoltare a unităţilor în perioda anilor 1976—1980. Importante cantităţi de metal din zgurele metalurgice se extrag încă din anul 1969.

În sectorul metalurgic, măsurile luate pe linia creşterii nivelului tehnic al producţiei au condus la ridicarea productivităţii şi la asimilarea unor noi produse, în condiţii mai dificile de lucru determinate de modificările defavorabile ale caracteristicilor minereurilor şi a calităţii unor concentrate.

La prelucrarea concentratelor plumbo-cuproase prin intensificarea procesului de topire în cuptoarele Water Jacket capacitatea de topire a crescut cu 15—20 %, s-a trecut la folosirea parţială a brichetelor de cocs indigen în locul celui din import. Ca urmare a cercetărilor aplicate, în prezent din materiile prima miniere supuse prelucrării metalurgice se valorifică un număr sporit de metale, cum sînt seleniul, telurul, cadmiul, bismutul ş.a. De asemenea s-au cercetat şi elaborat tehnologii pentru diversificarea produselor, cum sînt cele referitoare la obţinerea oxidului cupros, a sulfurii de sodiu în solzi şi a tiosulfatului de amoniu, produse destinate reducerii importului.

Cercetările din ultimii ani se caracterizează prin creşterea volumului de lucrări privind reducerea noxelor profesionale (praf silicogen, gaze toxice, vibraţii) şi de protejare a mediului înconjurător.

S-au cercetat condiţiile de epurare a apelor de mină, s-au proiectat şi s-a trecut la construirea primelor staţii de epurare a acestor ape. Unele din instalaţiile construite, ca cea pentru uraniu, au atins parametrii de proiect iar în cadrul unui program de ansamblu au fost etapizate investiţiile pentru epurarea apelor de mină şi de la uzinele de preparare a minereurilor neferoase. Epurarea chimică a apelor reziduale de la uzinele de preparare, se prevede numai în cazul epuizării posibilităţilor de înlocuire sau reducere a consumurilor de reactivi toxici şi de recirculare a apelor tehnologice.

Cu toate că există o oarecare rămînere în urmă în domeniul asimilării de noi utilaje, solicitate de tehnologiile moderne cercetate, aplicarea tehnologiilor menţionate a fost posibilă ca urmare a realizării unor noi tipuri de utilaje cu caracteristici superioare. Astfel, pentru sectorul minier s-au asimilat ori sînt în fază de omologare utilaje cu caracteristici superioare, cum sînt: maşini de extracţie 2 T 2000, MEB, perforatoare grele, instalaţii de susţinere şi avans pentru perforatoare grele, instalaţii pentru perforarea găurilor lungi, dispozitive pentru încărcat exploziv, maşini de încărcat minereu. Pentru uzinele de preparare s-au asimilat mori pentru măcinarea autogenă a minereurilor, filtre, îngroşătoare, pompe de vid, pompe de tulbureală

și celule de flotație modernizate cu capacitate mărită.

Unele utilaje pentru uzinele de preparare se realizează în construcție protejată împotriva uzurii prin cauciucare ori folosind protecția antiabrazivă și anticorozivă pe baza unui procedeu original, brevetat, ce permite realizarea unor anduranțe de zece ori mai mari comparativ cu piesele din oțel-manganos.

S-a trecut la automatizări parțiale pentru activitățile din subteran și de la suprafață, cum sînt stațiile de pompe, ventilatoarele și instalațiile de măcinare. Activitatea de asimilare a utilajelor, de automatizare și realizare a unor echipamente electrice se desfășoară pe baza unui program centralizat la nivelul ministerului la realizarea căruia sînt antrenate diverse institute de specialitate și uzine constructoare de mașini.

Investițiile realizate pînă în prezent, cele în curs de realizare pentru dezvoltarea bazei materiale, creșterea numărului de cadre în cercetare-proiectare trebuie să sporească aportul pentru creșterea producției de metale în special pe seama perfecționării tehnologiilor de extracție și prelucrare a produselor miniere, valorificării complexe, extragerii metalelor din deșeuri metalurgice, atragerii în circuitul economic a materiilor prime sărace.

Programele de cercetări actuale și de perspectivă prevăd îmbunătățirea procedeelor de tăiere a minereului, a stabilității lucrărilor miniere în condițiile modernizării metodelor de exploatare, elaborării unor noi tehnologii de exploatare aplicabile în condiții variabile de zăcămînt și care să îmbine în condiții avantajoase creșterea productivității muncii, reducerea cheltuielilor de producție cu valorificarea cît mai deplină a rezervelor de minereu. Se va cerceta folosirea unor procedee avansate de rambleiere (pneumatică, hidraulică) prin utilizarea sterilului rezultat la prelucrarea minereurilor. Se vor extinde metodele de susținere cu consum redus de lemn, se va trece la utilarea explozivilor granulari încărcați mecanic; pentru săparea suitorilor se va extinde folosirea platformelor. Mecanizarea va cuprinde toate operațiile din subteran în scopul reducerii costurilor, a eliberării omului de munca grea și a reducerii riscului îmbolnăvirilor profesionale. Se vor perfecționa mijloacele de combatere a prafului și gazelor, se vor studia factorii determinanți și favorizanți ai îmbolnăvirilor profesionale, mijloacele de reducere a efectului acestora.

În ce privește prepararea minereurilor, verigă principală în procesul integrat de producție de la minereu la metal, urmare a faptului că necesitățile de metal se acoperă într-o măsură tot mai mare pe seama minereurilor tot mai dificil de preparat, se vor elabora tehnologii de valorificare a minereurilor oxidate, fin concrescute cu conținut redus de substanțe minerale utile, tehnologii ce vor cuprinde atît procedee clasice cît și procedee chimice de pregătire sau concentrare inclusiv cele hidrometalurgice și metalurgice. În scopul reducerii costurilor se vor extinde procedeele combinate, inclusiv preconcentrarea gravitațională. Modernizarea proceselor de preparare se va baza pe exinderea gamei de reactivi de flotație, a procedelor de măcinare autogenă, recircuitării apelor, intensificării proceselor de flotație pe seama perfecționării utilajelor, a creșterii anduranței acestora prin cauciucare, protecție antiabrazivă și anticorozivă, pe automatizare și dispercerizare, control automat al procesului pe operații și a calității produselor.

Atît prin prepararea mecanică cît și prin procedeele metalurgice sau combinate se vor studia tehnologii de valorificare a metalelor din deșeuri (sterilele de haldă ori de flotație), zgurele metalurgice și în primul rînd cele rezultate din procedeul ISP, rezervele în afară de bilanț, cenușile de pirită etc.

În procesele pirometalurgice se va extinde folosirea aerului preîncălzit și îmbogățit în oxigen, precum și utilizarea directă a oxigenului; se vor elabora tehnologii piro și hidrometalurgice de valorificare complexă a concentratelor colective și a subproduselor din metalurgia neferoasă.

Cincinalul 1976—1980 se va remarca prin antrenarea în circuitul economic a unor minereuri cuprifere sărace, pe baza unor cercetării tehnologice care se află în fază de definitivare.

Rasper Ludovic. Excavatorul cu rotor. Dezvoltare, construcție, utilizare

Trans Tech Publications. R. F. Germania, 1975, 374 pagini, 267 figuri, 57 tabele, 320 referințe bibliografice.

Cartea scrisă în limba engleză este o ediție îmbunătățită a volumului publicat în limba germană în anul 1973 și a cărui recenzie a apărut în Revista Minelor nr. 6/1974.

Printre altele această nouă ediție conține, în plus față de ediția în limba germană, o prezentare a principalelor excavatoare cu rotor cu cupe din unele țări capitaliste.

Cartea, fiind o sinteză referitoare, la principiile care stau la baza construcției excavatoarelor cu rotor și cupe, proiectarea și construirea diferitelor părți ale acestora, precum și în ce privește modul de funcționare a excavatoarelor cu rotor și cupe în diferite condiții, este utilă celor care au contingență cu exploatarea la zi. Pentru consultare, lucrarea se găsește în biblioteca O.I.D. din Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei.

Ing. **Al. Panaiteseu**

Ing. **Bădescu I.**
M.M.P.G., direcţia tehnică

Contribuţii la modul de evacuare a minereului înmagazinat şi calculul parametrilor geometrici ai metodelor de exploatare

Generalităţi

Necesitatea introducerii în circuitul economic a unor zăcăminte metalifere cu un conţinut din ce în ce mai sărac şi cu un cost de exploatare redus, care să permită exploatarea lor rentabilă în subteran, a creat premisele favorabile extinderii domeniului de aplicare al metodelor de exploatare cu înmagazinare sau înmagazinare temporară, cu tăiere în etaj sau subetaj, cu sau fără surpare.

Stabilirea parametrilor geometrici ai variantelor aplicabile, în funcţie de condiţiile de zăcământ şi în interdependenţă cu condiţia de rentabilitate impusă, a condus la necesitatea cunoaşterii şi rezolvării fenomenelor specifice operaţiilor de bază din fluxul tehnologic (tăiere, evacuare).

Aplicarea acestor metode, fără să se cunoască temeinic proprietăţile fizico-mecanice ale minereului şi rocilor înconjurătoare, gradul de stabilitate, compoziţia mineralogică, caracteristicile hidrologice şi hidrogeologice, parametrii operaţiei de împuşcare, legile curgeriimişcării minereului va conduce, în mod inevitabil, la compromiterea metodei şi chiar la înregistrarea unor accidente tehnice ce se vor solda cu pierderi materiale şi umane foarte mari.

În lucrare se tratează problemele legate de operaţia de evacuare, prezentîndu-se legile care stau la baza acestei operaţii şi totodată modul de dimensionare a parametrilor geometrici ai metodei, într-o formă foarte simplă.

2. Legile curgerii

2.0. *Deplasarea particulelor*

Experimentările efectuate pe modele au arătat că materialul înmagazinat, supus evacuării printr-un orificiu de dimensiuni oarecare, ia forma unui elipsoid de revoluţie (fig. 1), cu excepţia cazului gurilor de evacuare dreptunghiulare (fig. 4).

În interiorul elipsoidului de curgere, particulele se deplasează, sub acţiunea greutăţii proprii, cu viteze şi pe traiecte diferite. Astfel, particulele situate de-a lungul axei mari, care este şi axa de simetrie, se vor deplasa pe verticală o viteză foarte mare. Pe măsură ce ne îndepărtăm de axa de simetrie către conturul elipsoidului de curgere, viteza se va micşora, fiind nulă pe contur. Particulele c_1, a_1, e_1, situate la acelaşi nivel în interiorul elipsoidului, în timpul evacuării se vor deplasa cu viteze diferite şi anume (fig. 1 *a*: v_{e_1} v_{a_1} v_{c_1} ; $v_{c_1} = v_{e_1}$; iar particulele c_2 şi e_2, fiind anume mai aproape de axa elipsoidului, se vor deplasa cu o viteză mai mare decît particulele c_1, e_1, dar mai mică decît particula a_1

$$v_{c_2} = v_{e_2}\ v_{c_1} = v_{e_1}\ v_{\ 1}.$$

În momentul în care particula *c*, situată în extrema superioară a elipsoidului (fig. 1 *b*), a început să se deplaseze, se formează un con de curgere , a cărui mărime creşte progresiv

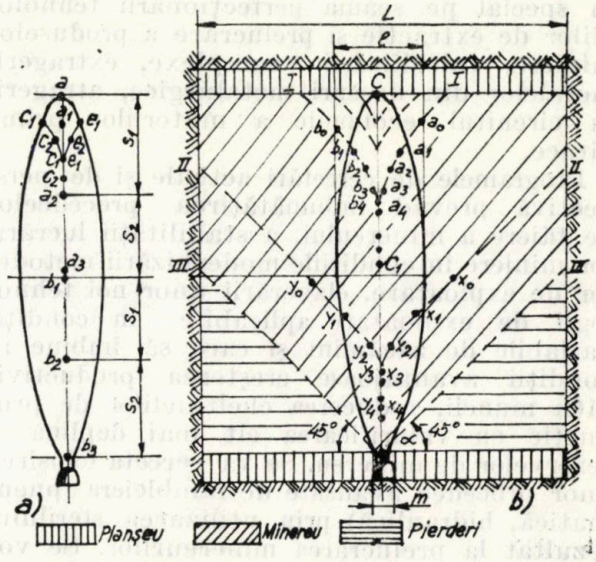


Fig. 1. Elipsoidul de curgere.

cu evacuarea. Unghiul de vîrf al conului de curgere-evacuare este egal cu $2(90° - \alpha°)$, unde α este unghiul de taluz natural al materialului supus evacuării.

Particulele situate pe generatoarea conului se vor deplasa de-a lungul acesteia, către axa de simetrie a elipsoidului, cu viteza maximă de deplasare.

Mărimea vitezei de deplasare este funcţie de : granulaţia materialului, umiditate, compoziţie mineralogică, gradul de tasare, ca factori obiectivi şi de defecţiuni de împuşcare (prezenţa planşeelor, consolelor) supragabaritelor, dimensiunile gurilor de evacuare, ca factori subiectivi.

2.1. *Dimensiunile elipsoidului*

Cunoașterea dimensiunilor elipsoizilor de curgere și a mărimii factorilor ce-i influențează dau posibilitatea dimensionării corecte a metodelor de exploatare.

Se consideră o secțiune verticală prin axul de rotație al unui elipsoid de curgere (fig. 2),

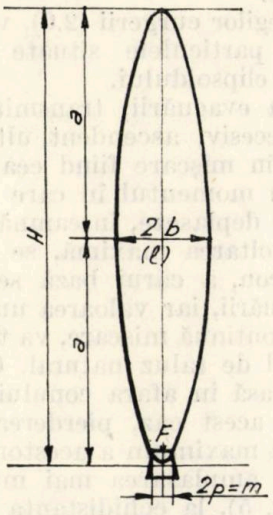


Fig. 2. Parametrii elipsoidului de curgere :
a – semiaxa mare ; b – semiaxa mică ; p – parametrul elipsei.

gura de evacuare fiind amplasată central, în focarul F al elipsei.

Relația de interdependență dintre a, b și p este :

$$p = \frac{b^2}{a} \qquad (1)$$

Pentru adaptarea relației (1) scopului propus, se notează : $2a = H$ = înălțimea elipsoidului ; $2b = l$ = lățimea elipsoidului ; $2p = m$ = lățimea gurii de evacuare.

Înlocuind aceste valori în (1) se obține :

$$l = \sqrt{m.H} \qquad (2)$$

de unde rezultă că : axa mică a elipsoidului de curgere este direct proporțională cu rădăcina pătrată a produsului dintre deschiderea gurii de evacuare și înălțimea elipsoidului.

Dacă în relația (2) se introduc valori succesive pentru m și H se obțin valorile corespunzătoare ale lui l. În tabelul 1 sînt date valorile lui l în funcție de înălțimea elipsoidului și lățimea gurii de evacuare.

Calculul s-a făcut pentru guri de 0,5 × 0,5 — — 3 × 3 m, dimensiuni ce se pot realiza în subteran, fără măsuri speciale.

Cifrele incluse în tabelul 1 sînt valabile în următoarele condiții : umiditate max. 4%, material afînat și nealterabil, granulație uniformă.

Tabelul 1

H	m						
	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
				1			
5	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,5	3,9
6	1,7	2,1	2,5	3,0	3,5	3,9	4,2
7	1,9	2,3	2,7	3,2	3,7	4,2	4,6
8	2,0	2,5	2,8	3,5	4,0	4,5	4,9
8	2,1	2,6	3,0	3,7	4,3	4,8	5,2
10	2,3	2,8	3,2	3,9	4,5	5,0	5,5
15	2,7	3,3	3,9	4,7	5,5	6,1	6,7
20	3,2	3,9	4,5	5,5	6,3	7,1	7,8
25	3,6	4,3	5,0	6,1	7,1	8,1	8,7
30	3,9	4,5	5,5	6,7	7,8	8,7	9,5
35	4,2	5,2	5,9	7,4	8,4	9,3	10,2
40	4,5	5,5	6,3	7,2	9,0	10,0	11,0
45	4,8	5,8	6,7	8,4	9,5	10,6	11,6
50	5,0	6,1	7,1	8,1	10,0	11,2	12,2
60	5,5	6,7	7,8	9,5	11,0	12,2	13,4
70	6,0	7,4	8,4	10,1	11,6	13,2	14,5
80	6,3	7,8	9,0	11,0	12,7	14,2	15,5

Pentru corectarea valorilor lui l din tabelul 1, pe baza experienței proprii obținută pe modele și la Exploatarea minieră Moldova Nouă, în tabelele 2 și 3 sînt dați coeficienții pentru umiditate și conținutul de masă caolinoasă, argiloasă.

Tabelul 2

Umiditate, %	K_u
4	1
4–10	0,9
10–20	0,7–0,8

Tabelul 3

Masa caolin argilă, %	K_c
10	1
10–15	0,9
15–25	0,6*)
25	Blocare

*) Blocări intermitente

În acest caz, relația (2) devine :

$$l = K_u . K_c . \sqrt{m.H} \qquad (3)$$

Un rol de asemenea important în procesul de evacuare îl are forma gurii. În practica evacuării se folosesc următoarele forme de guri : dreptunghiulare, pătrate și circulare.

Proiecția orizontală a elipsoizilor, formați ca urmare a evacuării prin guri circulare sau pătratice, va fi un cerc, al cărui diametru este egal cu axa mică a elipsoidului (fig. 3). În cazul gurii dreptunghiulare, elipsoidul de curgere va fi turtit, iar proiecția lui orizontală va fi o elipsă a cărei axă mare va fi funcție de lungimea

dreptunghiului, iar axa mică funcţie de lăţimea dreptunghiului (fig. 4).

Folosirea gurilor dreptunghiulare prezintă următorele dezavantaje :

— micşorarea volumului elipsoidului, deci a cantităţii posibil de evacuat , în cazul variantelor cu surpare ;

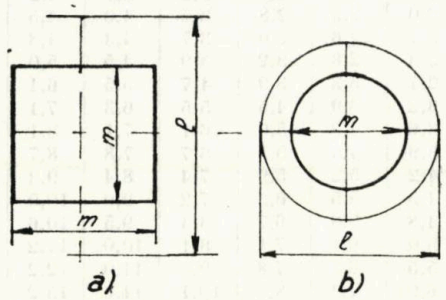


Fig. 3. Proiecţia orizontală a elipsoidului de curgere : *a* – guri pătrate ; *b* – guri circulare.

— îndesirea gurilor de evacuare sau creşterea procentului de pierderi pe direcţia lăţimii dreptunghiului.

Un caz exceptat îl constituie zăcămintele cu grosime medie, cînd gurile de evacuare sînt dispuse pe un singur rînd, situaţie în care se recomandă folosirea gurilor cu secţiune dreptunghiulară (fig. 4).

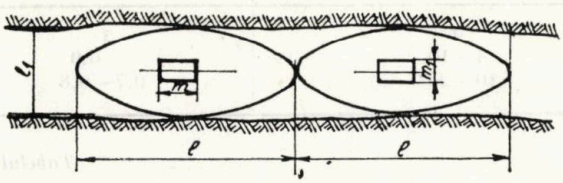


Fig. 4. Proiecţia orizontală a elipsoizilor de curgere în cazul gurilor dreptunghiulare : $l = f(m)$; $l_1 = f(m^1)$; H = constant.

Distanţa dintre gurile de evacuare este un alt element geometric ce intervine la dimensionarea parametrilor metodei de exploatare. Mărimea acestei distanţe este egală cu lăţimea — axa mică — a elipsoidului de curgere.

$$d = l = K_u K_c \sqrt{m.H} \,. \qquad (3)$$

Tendinţa amplasării gurilor de evacuare la distanţă mai mică decît lăţimea elipsoidului, cu scopul de a micşora pierderile, nu este fundamentată (2.3 şi 2.4).

2.2. *Curgerea materialului*

În funcţie de gradul de stabilitate a rocilor, metodele de exploatare cu înmagazinare sau înmagazinare temporară pot fi aplicate în două situaţii distincte şi anume.

2.2.0. În roci stabile. Variantele ce se aplică în acest caz sînt cele cu camere dispuse direcţional sau transversal. În funcţie de poziţia zăcămîntului, în spaţiu pot exista trei situaţii : zăcăminte verticale, cu înclinare mai mare de 45° şi cu înclinare mai mică de 45°.

2.2.0.0. *Zăcăminte verticale.* Se consideră o cameră de lungime L, înălţime H dintr-un zăcămînt cu grosime g (fig. 1 *b*).

Minereul este înmagazinat pe înălţimea H. Din tabelul 1, în funcţie de H şi m, se stabileşte l respectiv d.

Conform legilor curgerii (2.0), viteza cea mai mare o au particulele situate pe traiectul axei mari a elipsoidului.

Pe măsura evacuării, transmiterea mişcării se va face succesiv, ascendent, ultima particulă ce va intra în mişcare fiind cea notată cu *c* (fig. 1 *b*). În momentul în care particula *c* a început să se deplaseze, înseamnă că elipsoidul a atins dezvoltarea maximă, se va forma un cracter, un con, a cărui bază se va mări pe măsura evacuării, iar valoarea unghiului generatoarei, în continuă mişcare, va tinde la limită către unghiul de taluz natural. Cantitatea de minereu rămasă în afara conului III.0.III va constitui, în acest caz, pierderea de minereu. Micşorarea la maximum a acestor pierderi este posibilă prin amplasarea mai multor guri de evacuare (fig. 5), la echidistanţa l.

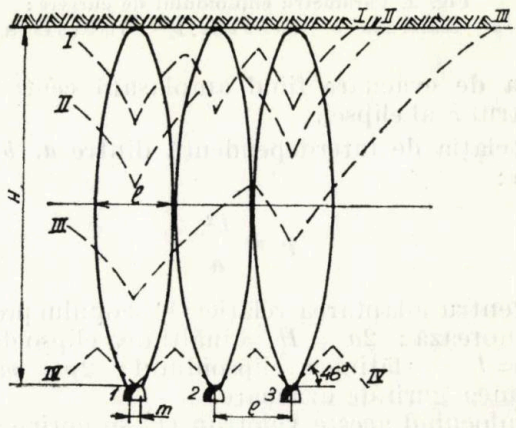


Fig. 5. Mod de evacuare direcţional:
I – I evacuare uniformă; II-II şi III-III evacuare preferenţială; IV-IV sfîrşitul evacuării.

2.2.0.1. *Zăcăminte cu înclinare mai mare de 45°*

Se consideră o secţiune transversală (fig. 6) printr-un zăcămînt gros, cu o înclinare de peste 45°.

În prima parte a evacuării se va extrage minereul aferent elipsoidului de înălţime H_1 şi lăţime l. Pe parcursul evacuării, aliura superioară a nivelului magazinului se va dezvolta după liniile de curgere 1-1—6-6, care formează la limită un unghi egal cu unghiul de taluz natural.

Pe culcuşul zăcămîntului va rămîne o cantitate de minereu p_2, care constituie pierdere. Mărimea acestor pierderi este funcţie de : umiditate, compoziţie mineralogică, granulaţie,

înclinare, distanța pe verticală dintre gurile de evacuare.

Mărimea pierderilor pe acoperiș — p_1, p_3 — este funcție de numărul gurilor de evacuare amplasate transversal și anume : cu cît numărul gurilor este mai mare, cu atît cantitatea de

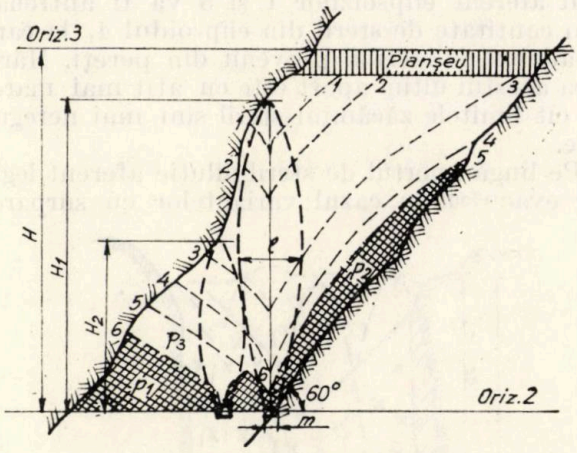


Fig. 6. Modul de evacuare transversal în zăcăminte înclinate și roci stabile :
p_1-pierderi la acoperiș ; p_2-pierderi pe culcuș.

minereu pierdut este mai mică. Deoarece numărul de guri de evacuare este limitat de o serie de factori (parametrii geometrici ai zăcămîntului, valoarea minereului, proprietățile fizico-mecanice ale rocilor, inclusiv unghiul de taluz natural etc.) se va înregistra de fiecare dată o pierdere de minereu, ușor și precis calculabilă.

În afara pierderii pe acoperiș — p_1 sau p_3 și pe culcuș p_2 — se înregistrează și pierderea p (2.2.0.0. fig. 5), existentă între gurile de evacuare, atît pe direcție, cît și transversal.

O situație aparte este aceea în care intervine cimentarea minereului înmagazinat. În acest caz, cu mari greutăți va fi posibilă evacuarea numai a minereului din interiorul elipsoidului (fig. 7 *a*).

Menținerea echilibrului pereților golului este o problemă de timp, în funcție de capacitatea de alterare (caolinizare), gradul de cimentare și umiditate, fapt ce micșorează capacitatea de evacuare.

Minereul rămas în afara elipsoidului (fig. 7 *a*) reprezintă pierderea maximă. Micșorarea acestor pierderi, respectiv mărirea ritmului de evacuare, se realizează prin amplasarea unor guri de evacuare, atît la orizontul de transport, cît și la orizonturi intermediare.

Elipsoizii de curgere, aferenți acestor guri, vor fi diferiți ca dimensiuni, mărimea lor fiind în funcție de înălțimea materialului înmagazinat ce urmează a fi evacuat (fig. 7 *b*).

2.2.0.2. *Zăcăminte cu înclinare mai mică de 45°*

În general, aplicarea metodelor cu înmagazinare sau înmagazinare temporară la această grupă de zăcăminte, pe lîngă condițiile generale privind aplicabilitatea lor, apar altele noi, dintre care se menționează : grosimea zăcămîntului și volumul lucrărilor de pregătire.

Mărimea acestor doi factori este hotărîtoare în aplicarea metodelor și anume dacă grosimea zăcămîntului este mare, respectiv cantitatea de rezerve aferente panoului duce la un indice al lucrărilor de pregătiri acceptabil, metodele pot fi aplicate.

La stabilirea parametrilor geometrici ai metodei de exploatare se va ține seama de prevederile paragrafelor 2.2.0.1. și cap. 3.

2.2.1. În roci instabile

Din această categorie fac parte variantele metodelor de exploatare cu înpușcare în etaj sau subetaj, cu surparea rocilor înconjurătoare.

La evacuarea minereului, în cazul metodelor de exploatare cu surpare, se disting două faze distincte și anume :

— evacuarea minereului din elipsoidul de curgere, aferent înălțimii minereului înmagazinat — H_m ;

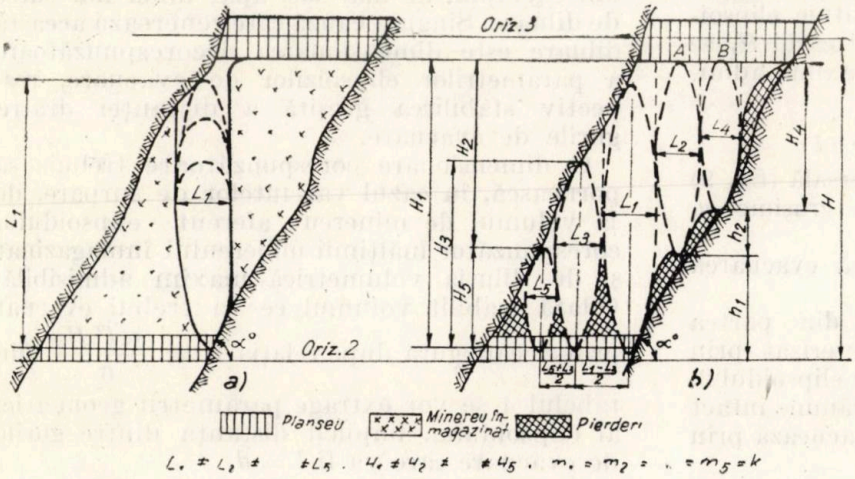


Fig. 7. Modul de evacuare în cazul minereului cimentat :
a -o singură gură de evacuare ; *b*-guri multiple de evacuare.

— evacuarea minereului înmagazinat, odată cu sterilul, aferent elipsoidului de curgere, corespunzător înălțimii totale H_t. Odată cu atingerea înălțimii totale, începe formarea denivelărilor la suprafață.

Evacuarea din prima fază, pînă la deplasarea particulei c (fig. 1 b) este identică cu cazul aplicării metodelor în roci stabile. În continuare, odată cu deplasarea descendentă a particulei c intră în mișcare, în ordine succesivă ascendentă, particulele de steril, care înlocuiesc pe cele de minereau, descendent succesiv.

În momentul cînd ultima particulă situată pe axul de rotație al elipsoidului corespunzător înălțimii totale va intra în mișcare, va începe formarea la suprafață a conului de curgere (fig. 8).

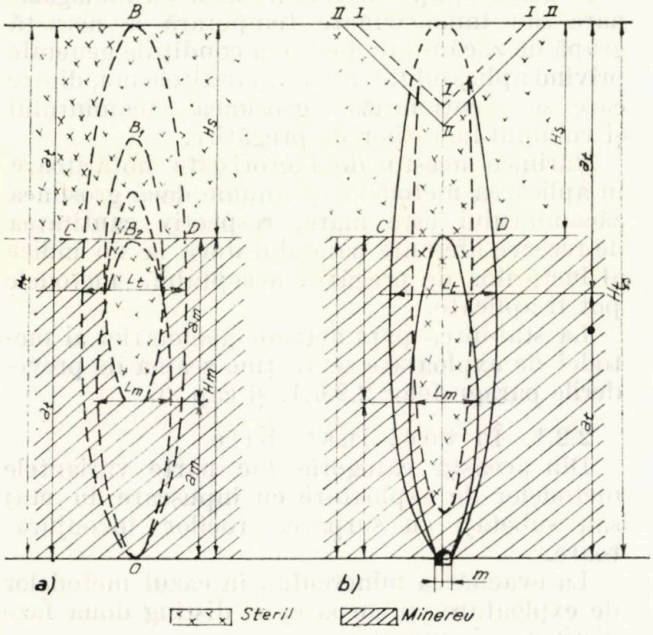


Fig. 8 Modul de evacuare în roci instabile:
H_t – înălțimea totală; H_s – înălțime steril; H_m – înălțime minereu; L_m – lățime elipsoid minereu; L_t – lățime elipsoid util + steril.

Cu alte cuvinte în cazul metodelor cu surpare, elementul principal îl constituie elipsoidul de înălțime totală, maximă, al cărui H_t se calculează în funcție de diluția maximă admisibilă.

2.2.1.0. *Zăcăminte verticale*

Se consideră o secțiune transversală (fig. 9) printr-un zăcămînt vertical, de grosime g, localizat în roci instabile.

Pentru început, se consideră că evacuarea se face prin gura de evacuare m_2.

Pe măsura evacuării, sterilul din partea superioară a elipsoidului 4, caracterizat prin H_t, l_t și m, va înlocui minereul din elipsoidul 2.

Minereul din elipsoizii 1 și 3 va rămîne intact pe toată perioada în care nu se evacuează prin gurile m_1 și m_3.

Deoarece $H_t > H_m$, conform tabelului 1, înseamnă că și $l_t > l_m$, ceea ce înseamnă că o parte din minereul înmagazinat, aferent elipsoizilor 1 și 3, va fi evacuat odată cu minereul din elipsoidul 2.

Continuîndu-se evacuarea prin gurile m_1 și m_3, succesiv sau concomitent, odată cu minereul aferent elipsoizilor 1 și 3 va fi antrenat și o cantitate de steril din elipsoidul 4, la care se adaugă și sterilul provenit din pereți. Mărimea acestui ultim aport este cu atît mai mare, cu cît limitele zăcămînt-steril sînt mai neregulate.

Pe lîngă aportul de steril-diluție aferent legilor evacuării în cazul variantelor cu surpare,

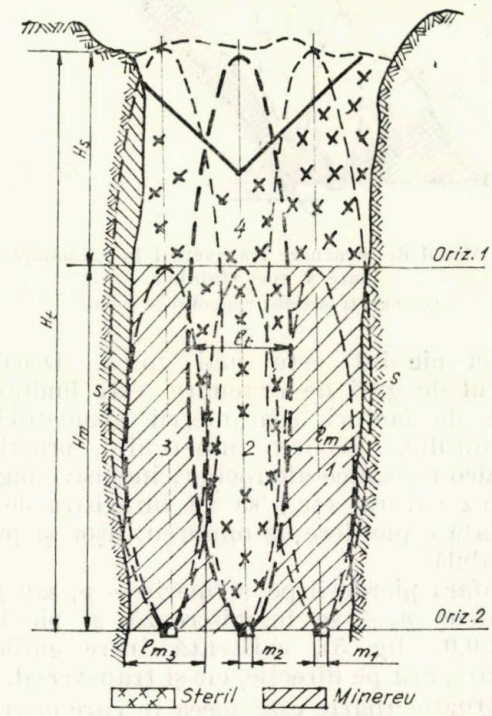


Fig. 9 Evacuarea minereului înmagazinat în etaj, cu surparea rocilor înconjurătoare:
H_s - grosimea rambleului; H_m - înălțimea minereului; H_t - înălțimea totală; l_t; l_m - lățimea elipsoizilor; m-deschiderea gurii de evacuare; s-steril provenit din pereți.

din exemplul de mai sus, apar două noi surse de diluare. Singura cauză care generează această diluare este dimensionarea necorespunzătoare a parametrilor elipsoizilor de evacuare, respectiv stabilirea greșită a distanței dintre gurile de evacuare.

O dimensionare corespunzătoare trebuie să pornească, în cazul variantelor de surpare, de la volumul de minereu aferent elipsoidului corespunzător înălțimii minereului înmagazinat și de diluția volumetrică maxim admisibilă. Odată stabilit volumul ce va trebui evacuat prin fiecare gură după relația $V = \frac{\pi l^2 H}{6}$ din tabelul 4 se vor extrage parametrii geometrici ai elipsoidului, implicit distanța dintre gurile de evacuare care va fi $l = d$.

Tabelul 4

H, m	l, m	$V = \frac{\pi l^2 H}{6}$, m³
10	5,5	150
15	6,7	350
20	7,8	640
25	8,7	990
30	9,5	1 420
35	10,2	1 920
40	11,0	2 530
45	11,6	3 190
50	12,2	3 810
60	13,4	5 600
70	14,5	7 660
80	15,5	10 050

Observații:

– Pentru minereu nediluat $l = l_m$; și $H = H_m$.
– Pentru minereu diluat l și H sînt dimensiunile elipsoizilor corespunzători volumului de minereu diluat.

Exemplu Înălțimea minereului înmagazinat este de 45 m, iar gura de evacuare $m = 3$ m; se cere care este distanța dintre gurile de evacuare, în cazul unei diluții volumetrice de 20%.

Din tabelul 4 rezultă : $V_1 = 3190$ m³ . La volumul V_1 adăugăm 20% diluția acceptată : $V_2 = 1{,}2 \times 3190 = 3828$ m³. Din tabelul 4 rezultă că acest volum este corespunzător elipsoidului caracterizat prin : $H = 50$ m ; $l = 12{,}2$ m și $m = 3$ m.

2.2.1.1. *Zăcăminte înclinate*

Evacuarea în această situație este mult mai complicată decît în cazul zăcămintelor verticale sau cu înclinare foarte mare, deoarece în acest caz un rol important, pe lîngă cele luate în considerare, îl au gradul de surpabilitate a rocilor, unghiul de înclinare și grosimea zăcămîntului.

Gradul de surpabilitate a rocilor : în procesul de exploatare pot interveni două situații distincte și anume — roci care se surpă imediat și roci ce se surpă după un timp oarecare.

În primul caz, situația este analogă evacuării din zăcăminte verticale, rocile din acoperiș avînd rolul pernei de steril. Surparea se va transmite în rocile din acoperiș pe înălțimea corespunzătoare volumului de roci înfoiate care să umple golul creat prin extragerea minereului și a diluției realizate (fig. 10). Minereul rămas în afara elipsoidului de evacuare (fig. 10). va rămîne blocat în magazin dacă nu se trece la executarea de orizonturi intermediare.

În cel de-al doilea caz, cînd rocile se surpă după un timp oarecare, curgerea va fi influențată de unghiul de înclinare a zăcămîntului, datorită cărui fapt se vor întîlni două cazuri distincte după cum unghiul de înclinare α este mai mic sau mai mare decît unghiul de taluz natural φ.

Dacă $\alpha < \varphi$ (fig. 11 *a*), evacuarea va fi similară cu ceea ce se face sub protecția unui acoperiș stabil cînd, după extragerea minereului corespunzător elipsoidului 1, va fi antrenat în evacuare minereul din afara lui, conform curbelor 2-2, 3-3 etc. În acest timp acoperișul direct se dezvelește — rămîne liber. În momentul în care suprafața dezvelită a atins mărimea critică, acoperișul se va surpa într-o succesiune oarecare I, II etc., umplînd în final spațiul aferent elipsoidului 1. Minereul rămas în afara conturului 3 sau 4 va putea constitui pierderi dacă se face evacuarea numai la nivelul oriz. 2.

În figura 11 *b* este reprezentată situația zăcămintelor cu înclinarea $\alpha > \varphi$. După evacuarea minereului din elipsoid, va intra în mișcare minereul de sub acoperiș și în continuare sterilul provenit din surpare de deasupra orizontului de cap. Sterilul va înlocui treptat minereul, pînă cînd va ajunge în gura de evacuare.

În funcție de gradul de surpabilitate a rocilor, rocile din acoperiș se vor destinde, creînd astfel presiuni asupra materialului afînat, care vor da dificultăți la evacuarea materialului.

3. Determinarea înălțimii subetajului de evacuare

Cunoașterea acestui parametru este necesară pentru dimensionarea parametrilor metodei de exploatare în următoarele situații :

— varianta de exploatare, cu surparea rocilor înconjurătoare ;

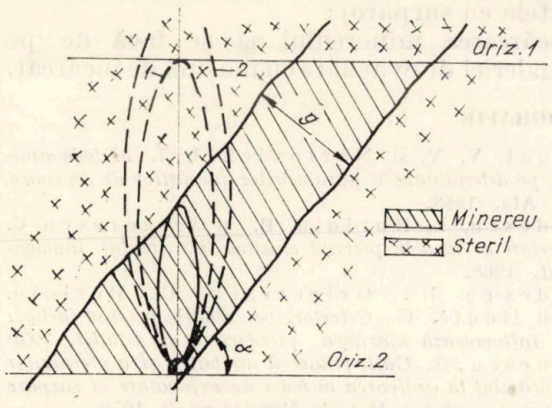


Fig. 10. Evacuarea în cazul zăcămintelor înclinate, cu roci în acoperiș ce se surpă imediat :
1 și *2* elipsoizi de surpare.

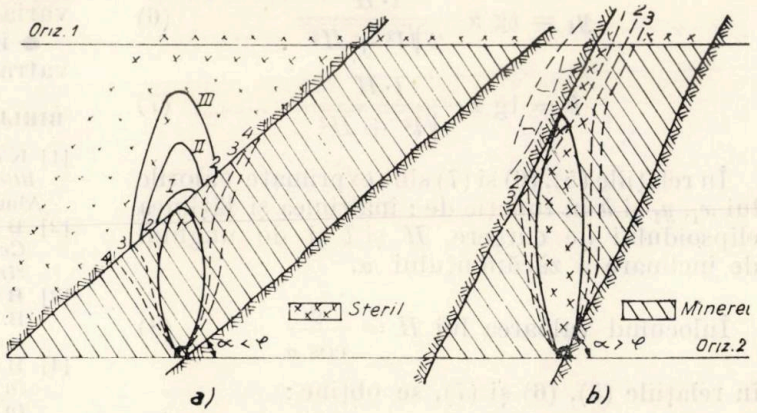


Fig. 11. Evacuarea în cazul zăcămintelor înclinate, cu roci în acoperiș ce se surpă după un oarecare timp :
I, II, III-stadii de surpare ; 2-2 la 4-4 — stadii de evacuare.

— variante de exploatare pentru zăcăminte groase și înclinări mai mici decît unghiul de taluz natural, cu culcuș și acoperiș stabil.

Se consideră un zăcămînt cu grosime g și înclinare α, care se va exploata prin variante cu surpare (fig. 12). Extragerea minereului în această situație va fi posibilă prin ampla-

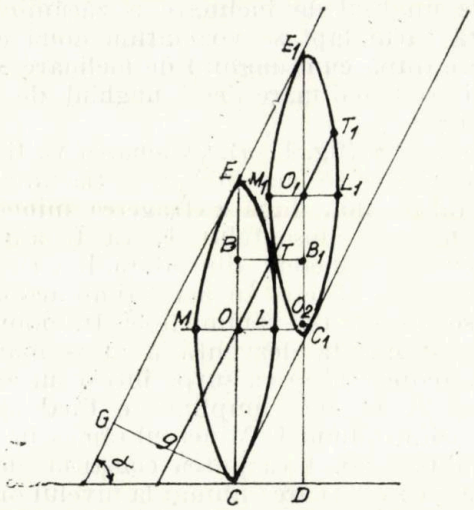


Fig. 12 Elementele de calcul ale elipsoidului.

sarea pe înclinare a unor guri de evacuare, la o înălțime h, astfel aleasă, încît să asigure tangența elipsoizilor de curgere într-un punct T $(x_1; y)_1$ (fig. 12).

În condițiile date, punctul T de tangență se va găsi pe mediana grosimii zăcămîntului la o distanță x_1 respectiv y_1 (sistem de coordonate cu originea în punctul 0).

Dacă notăm în figura 12 $CG = g$; $EC = H$; $LM = l$; $BT = B_1T = x_1$; $BB_1 = CD = 2x_1$; $OB = O_2B_1 = y_1 = \text{tg}\ \alpha\, x_1$; h = înălțimea subetajului de evacuare; $h = C_1D = CD\ \text{tg}\ \alpha$ și făcînd calculele, rezultă că: valorile lui x_1, y_1 și h sînt date de relațiile:

$$x_1 = \frac{l \cdot H}{2\sqrt{l^2 + H^2}} \tag{5}$$

$$y_1 = \text{tg}\ \alpha \frac{l \cdot H}{2\sqrt{l^2 + H^2}} \tag{6}$$

$$h = \text{tg}\ \alpha \frac{l \cdot H}{\sqrt{l^2 + H^2}}. \tag{7}$$

În relațiile (5), (6) și (7) sînt exprimate valorile lui x_1, y_1 și h în funcție de: înălțimea și lățimea elipsoidului de curgere, H și l și de unghiul de înclinare a zăcămîntului α.

Înlocuind valoarea lui $H = \dfrac{g}{\cos\ \alpha}$ (8)

în relațiile (5), (6) și (7), se obține:

$$x_1 = \frac{l \cdot g}{2\sqrt{l^2 \cos^2 \alpha + g^2}} \tag{9}$$

$$y_1 = \text{tg}\ \alpha \frac{l \cdot g}{2\sqrt{l^2 \cos^2 \alpha + g^2}} \tag{10}$$

$$h = \text{tg}\ \alpha \frac{l \cdot g}{\sqrt{l^2 \cos^2 \alpha + g^2}}. \tag{11}$$

Concluzii

Aplicarea metodelor de exploatare cu înmagazinare temporară, indiferent de modul de tăiere a minereului (în felii orizontale, cu galerii de suborizont pe toată înălțimea etajului) necesită o cunoaștere amănunțită a geometriei și proprietăților fizico-mecanice ale zăcămîntului, a caracteristicilor mineralogice și petrografice a minereului și rocilor înconjurătoare, a condițiilor hidrogeologice, a capacității de alterare în timp a rocilor și minereului.

Pe baza acestor elemente, se poate hotărî asupra aplicabilității metodelor și a variantei.

Dimensionarea parametrilor metodelor de exploatare, cunoscîndu-se varianta ce se va aplica și legile curgerii (evacuării) minereului, este o problemă simplă la îndemîna fiecărui inginer.

Coeficienții de corecție (tabelele 2 și 3), legați de umiditate și de gradul de alterare (masa caolinitică), sînt proprii fiecărui zăcămînt și deci trebuie determinați în laborator pe modele, care să folosească pentru modelare, minereul și rocile din zăcămînt.

Un parametru esențial la aplicarea metodelor de exploatare cu înmagazinare este deschiderea gurii de evacuare. Din cele expuse în legătură cu aceasta se pot trage cîteva concluzii cu caracter de legitate;

- dimensiunile gurii de evacuare să nu fie mai mici de 3 × 3 m și să aibă o formă pătratică sau circulară (Ø = 3 m). Micșorarea gurilor de evacuare mărește frecvența lor și conduce la greutăți în evacuare:
- evacuarea prin guri de rostogol este total necorespunzătoare, aceasta condiționînd o strangulare și o piedică în dezvoltarea corespunzătoare a elipsoizilor de curgere (în special la variantele cu surpare);
- încărcarea minereului să se facă de pe vatra galeriei de evacuare cu mașina de încărcat.

BIBLIOGRAFIE

[1] Kogut, V. V. și Nartovici, I. I. *Metoda analitică pe determinare a parametrilor lucrărilor de evacuare.* Alma Ata, 1968.

[2] Bădescu, I., Burloiu, B. și Grigorescu, C. *Cercetări de modele privind cinetica minereului înmagazinat,* 1968.

[3] Bădescu, I., Grigorescu, C., Burloiu, B. și Hodic, G. *Cercetări pe modele privind factorii care influențează mărimea pierderilor și diluției,* 1970

[4] Bădescu, I. *Căile reducerii atribuției și a pierderilor în zăcămînt la aplicarea metodei de exploatare și surpare în etaj sau subetaj.* Revista Minelor nr. 3, 1970.

[5] Glodeanu, E. și Grigorescu, C. *Studii pe modele privind evacuarea minereului înmagazinat la Șuior* 1974.

Ing. **D. Tulliu** Institutul de cercetări și proiectări tehnologice în transporturi
și
ing. **I. Nițuleseu** Institutul de geologie și geofizică

Considerații privind valorificarea cenușilor de termocentrală din România

1. Considerații generale

În contextul tematicilor prioritare care urmează a fi rezolvate la noi în țară, valorificarea cenușilor de termocentrală prezintă un interes major, prin implicațiile lor tehnico-economice și sociale.

Un interes deosebit pentru problema valorificării cenușilor de termocentrală se manifestă, de altfel, și pe plan mondial, în special în țările puternic dezvoltate industrial.

La noi în țară depozitele mari de cenușă și perspectivele de creștere continuă (diagrama fig. 1) impun cu stringență valorificarea acestora ca materie primă sau înlocuitor pentru diverse industrii.

De altfel, în proiectul planului cincinal 1976 — 1980 se prevede o creștere a producției de cărbune de la 20 000 000 la 50 000 000 tone /an; deci, implicit, o creștere a cantităților de cenușă rezultate din arderea cărbunilor în termocentrală.

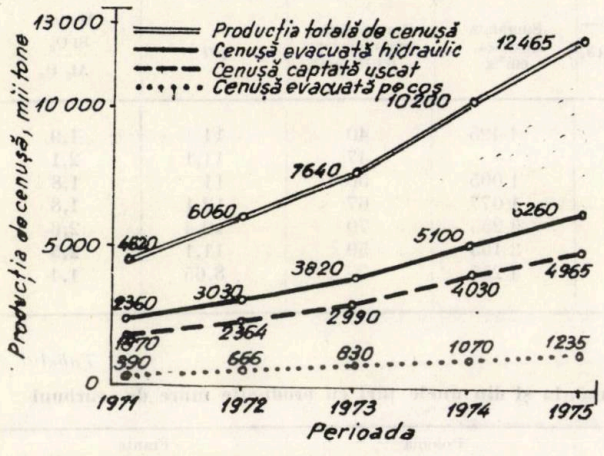


Fig. 1. Dinamica creșterii producției de cenușă de termocentrală în perioada 1971—1975.

Utilizarea eficientă a cenușilor în diverse domenii are în vedere compatibilitatea dintre proprietățile fizico-chimice și mineralogice ale cenușilor și exigențelor impuse de condițiile specifice de utilizare a acestora ca atare, sau după operația de prelucrare.

Dintre domeniile mai importante de utilizare a cenușilor de termocentrală se pot menționa:

1. Utilizare în domeniul materialelor de construcție:

— la fabricarea cimenturilor, ca adaos în proporție de 15—25%;

— la fabricarea betonului celular autoclavizat;

— la producerea agregatelor ușoare de tip agloporit sau granulit;

— la fabricarea cartonului bitumat, cenușa de termocentrală se utilizează ca filer în masticul bituminos în locul calcarului și ca înlocuitor al nisipului cuarțos la presărarea pentru protejarea cartonului bitumat;

— la fabricarea cărămizilor ușoare sau a cărămizilor silico-calcare (autoclavizate), precum și fabricarea ceramicii vitrificate.

2. Utilizare în domeniul construcțiilor rutiere:

— ca material de umplutură pentru construcția terasamentelor;

— la ameliorarea granulozității materialelor locale (balast, nisip etc.), folosite pentru execuția fundațiilor rutiere;

— la stabilizarea pământurilor sau altor materiale locale (cu adaosuri de var sau ciment);

— la realizarea substraturilor rutiere izolatoare sau anticapilare;

— ca filer în mixturile bituminoase;

— ca material antiderapant în timpul iernii.

3. Utilizarea în sectorul agricol:

— la ameliorarea solurilor acide (ameliorant chimic) și a solurilor argiloase (ameliorant fizic);

— la îngrășarea solurilor prin compactarea cenușii cu deșeuri industriale, gunoaie menajere etc.;

— ca suport pentru cultivarea unor specii de plante agricole și silvice.

4. Utilizare pentru epurarea apelor reziduale.

Datorită capacității mari de absorbție și a conținutului de calciu, cenușile de termocentrale pot fi folosite la tratarea apelor reziduale, pentru reținerea și îndepărtarea materiilor organice în suspensii, la precipitarea fosfaților și la neutralizarea acidității apelor uzate.

5. Utilizare ca sursă de materii prime în industria extractivă:

— la extracţia aluminei prin procedeul acid sau bazic;

— recuperarea fierului sub formă de concentrate feroase valorificabile în industria siderurgică.

După cum se vede, cenuşile de termocentrală pot fi utilizate ca atare, fără nici o prelucrare, sau în urma unor prelucrări speciale, cînd este vorba de valorificarea anumitor elemente şi minerale utile.

Din punctul de vedere al preparării mecanice, aceasta se impune, atît în cazul în care se urmăreşte obţinerea unor concentrate feroase, cît şi în cazul în care se urmăreşte o deferizare prealabilă a cenuşii pentru utilizări ulterioare (obţinerea aluminei, în industria ceramică etc.).

II. Caracteristicile principale ale cenuşilor de termocentrală din R.S.R.

Cenuşile de termocentrală din ţara noastră se pot clasifica în trei categorii, în funcţie de provenienţa lor, şi anume:

— cenuşă provenită din arderea cărbunilor inferiori (ligniţi), ca de ex: cenuşa de la CET Işalniţa, Rogojelu, Doiceşti, Oradea;

— cenuşă provenită din arderea huilelor, ca de ex: cenuşa de la CET Mintia, Paroşeni;

— cenuşă provenită din arderea şisturilor bituminoase.

Caracteristicile fizice mai importante ale cenuşilor sînt redate în tabelul 1, din care rezultă că acestea au o fineţe înaintată (50% din material fiind sub 0,074 mm), deci implicit o suprafaţă specifică mare (1000—4200 cm^2/g), greutatea specifică de 2,2—2,3 t/m^3 şi p*H*-ul bazic.

Compoziţia chimică generală medie a cenuşilor este prezentată în tabelul 2, comparativ cu cenuşile rezultate în unele ţări industrializate.

Din examinarea acestui tabel se desprind următoarele observaţii mai importante:

— după conţinuturile în principalele elemente: (SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO), cenuşile din România se încadrează în limitele de variaţie ale valorilor prezentate de cenuşile din celelalte ţări, atît în ceea ce priveşte elementele acide (SiO_2, + + Al_2O_3) sau bazice (CaO + MgO), cît şi al conţinutului în Fe_2O_3;

— conţinuturile în unele elemente nocive (As, S, P) sînt, în general, reduse, înscriindu-se în limitele admise de industria siderurgică;

— conţinutul în fier este relativ ridicat pentru utilizarea ca atare la producerea aluminei, fiind necesară o deferizare prealabilă (sub 5% Fe_2O_3) prin metode de preparare mecanică.

Din punctul de vedere al compoziţiei mineralogice, cenuşile se caracterizează, atît prin raportul dintre constituenţii anorganici, cît şi prin gradul de transformare în timpul procesului de ardere. În marea majoritate a cazu-

Tabelul 1

Caracteristicile fizice principale ale cenuşilor de termocentrală

Proveniența cenușii de termocentrală	Greutate specifică, t/m^3	Greutate volumică		Suprafața specifică, cm^2/g	Caracteristica granulometrică < 0,070 mm%	p*H*	Modul $\frac{Si\,O_2}{Al_2\,O_3}$
		în stare afînată, t/m^3	în stare îndesată, t/m^3				
CET Craiova (Işalniţa)	2,278	0,679	0,916	4 425	40	11	1,9
CET Rogojelu	2,217	0,654	0,802	—	47	11,1	2,1
CET Deva (Mintia)	2,217	0,920	1,155	1 005	50	11	1,8
CET Paroşeni	2,264	0,763	1,011	1 077	67	12,1	1,8
CET Oradea	2,223	0,602	0,796	3 255	70	10,4	2,6
CET Doiceşti	2,010	0,68	0,815	3 155	59	11,1	2,5
Şisturi Anina	2,322	0,586	0,805	4 255	77	8,65	1,4

Tabelul 2

Analiza chimică generală a cenuşilor de termocentrală din România şi din unele ţări cu producţie mare de cărbuni

Elemente, %	România	Anglia	S.U.A.	R.F.G.	Polonia		Franţa	
					huilă	lignit	huilă	lignit
SiO_2	41—50	41,4—50,7	34—38	28—68	43—57	19—34	47—53	18—24
Al_2O_3	19—26	23,9—28,6	17—31	3,2—11,4	18—28	2—4	28—35	13—14
Fe_2O_3	10—12	6,4—13,5	6—26	2,3—6,5	7,5—16	6—11	3,6—11,5	6.3—7,2
CaO	7—10	1,7—3,7	1—10	16,3—24,9	4—10	38—52	13,4—14	46—48
MgO	2,5—4,5	1,4—2,9	0,5—2	0,5—2,6	1—1,55	2—4	1,4—2,5	1,9—2,8
$Na_2O + K_2O$	2—4	2—6,1	1,5—2	—	1—3	0,2	0,9—7,3	4,5—8,3
S	0,1—0,2	—	—	—	—	—	—	—
P	urme	—	—	—	—	—	—	—
A_0	urme	—	—	—	—	—	—	—

rilor, masa anorganică din cărbuni este reprezentată, în principal, prin mineralele argiloase (caolinit, hidromice, montmorillonit, clorit etc.) și subordonat prin carbonați (calcit, dolomit, siderit) mai puțin pirită, gips, oxizi de titan, apatit limonit etc.

În procesul de ardere, aceste minerale sînt supuse unor transformări importante în compoziția și structura lor : pierderea apei structurale, disocierea, dezorganizarea structurii cristaline, oxidarea, și la temperaturi de peste 900°C au loc chiar reacții în stare solidă cu formarea de compuși noi.

Prin studiul röntgenostructural (fig. 2), termic (fig. 3) și microscopic al unor cenuși rezultate la arderea cărbunilor la diferite temperaturi

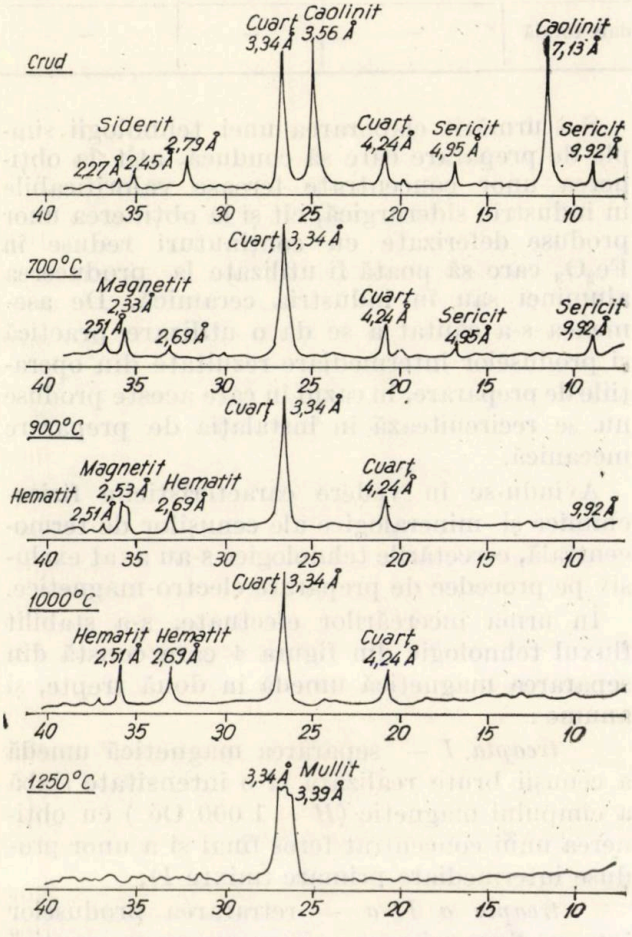


Fig. 2. Analiza röntgenostructurală.

(700, 900, 1 000 și 1 250°C), s-au pus în evidență transformările caracteristice ale principalilor componenți minerali ai cărbunilor și șisturilor bituminoase, prezentate sintetic în tabelul 3. Prin corelarea analizelor fizico-chimice cu observațiile microscopice, s-a stabilit și compoziția mineralogică cantitativă aproximativă a cenușilor rezultate prin arderea unor ligniți, huile și șisturi bituminoase în termocentrală (tabelul 4).

În general, unele minerale argiloase (caolinitul, montmorillonitul) își pierd structura cristalină odată cu dehidroxilarea și se transformă în metacaolinit, la temperaturi mai ridicate (peste 1 000°C) ajungînd chiar la faze de cristalizare (mullit, spineli etc.).

Micele se deshidratează, iar la temperaturi mai mari se comportă ca și celelalte minerale argiloase. Cuarțul și feldspații sînt cel mai puțin afectați în procesele de ardere în termocentrale. Sulfurile de fier, pirită și marcasită se oxidează trecînd în magnetit și mai ales în hematit. Calcitul și dolomitul se disociază trecînd în oxizi care pot reacționa formînd compuși complecși cu celelalte minerale (feriți de calciu, silicați de calciu și fier etc.).

Substanța organică, în mod normal, se oxidează în totalitate la 750°C; numai în cazul unor mărunțiri insuficiente — cazul ligniților xilitici — o parte din substanța cărbunoasă se regăsește în cenușa nearsă sau arsă insuficient.

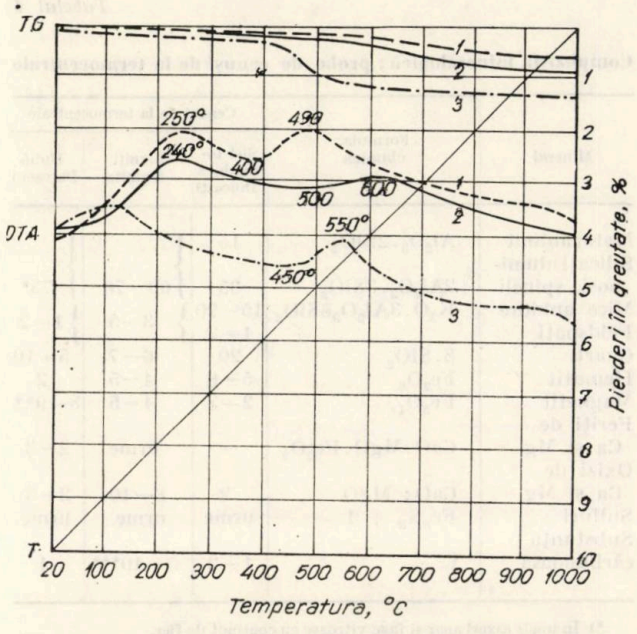


Fig. 3. Analiza termică a cenușilor de temocentrală :

DTA — curba termodiferențială ; *TG* — curba termogravimetrică ; *T* — curba temperaturii probei ; *1* — Doicești - Rogojelu ; *2* — Petroșani-Mintia ; *3* — șist bituminos.

Din analiza comparativă a compozițiilor mineralogice rezultă unele asemănări, mai ales în privința proporției globale de silicați de aluminiu (metacaolinit + spineli + mice anhidre etc.) care reprezintă 65—75%. Proporția de oxizi de calciu și magneziu este mai ridicată în cenușile de ligniți, iar cea de cuarț în cenușile de șisturi bituminoase. De asemenea, oxizii de fier apar în ansamblu în proporție asemănătoare, numai raportul între oxizii magnetici și nemagnetici variază, hematitul fiind preponderent la cenușile de șisturi bituminoase și magnetitul la cele de huilă, datorită regimului diferit de ardere.

Tabelul 3

Variația compoziției și structurii mineralelor în cenușile rezultate prin arderea cărbunilor la diferite temperaturi

Componenți minerali primari	Faze minerale de transformare					
	100–300°	300–500°	500–750°	750–950°	950–1250°	peste 1250°
Caolinit $Al_4(Si_4O_{10})(OH)_8$	caolinit	caolinit	metacaolinit $Al_2O_3 2SiO_2$	metacaolinit	silice amorfă spinel $2Al_2O_3 . 3SiO_2$	cristabalit SiO_2 mullit $2Al_2O_3 . SiO_2$
Hidromice $KAl_2(Al_2Si_3O_{10})(OH)_2$	hidromice ($-H_2O$ absorbită)	hidromice	hidromice parțial deshidratate	mici anhipre $K_2O . 3Al_2O_3 . 6SiO_2$	silice amorfă spinel	cristabalit mullit
Cuarț SiO_2	α–cuarț	α–cuarț	β cuarț	β cuarț	β–cuarț	β–cuarț
Siderit $FeCO_3$	– siderit	– siderit – magnetit	·–magnetit	– magnetit – hematit	hematit	–
Pirită FeS_2	pirită	– pirită – pirotină	pirotină magnetit	– magnetit hematit	hematit	– –
Substanțe organice	oxidare-distilare		oxidare totală	–	–	–

Tabelul 4

Compoziția mineralogică; probe de cenuși de la termocentrale

Mineral	Formula chimică	Cenuși de la termocentrale		
		Șist bituminos Doicești	Ligniți Işalnița	Huilă Paroșeni
Metacaolinit	$Al_2O_3 . 2SiO_2$	15	}	}
Silicați aluminoși, spineli	$2Al_2O_3 . 3SiO_2$	35	60–70	75*
Mice anhidre	$K_2O . 3Al_2O_3 6SiO_2$	15–20	3–5	1–2
Feldspați		1–2		
Cuarț	$\beta . SiO_2$	20	6–7	5–10
Hematit	Fe_2O_3	5–6	4–5	2
Magnetit	Fe_3O_4	2–3	4–5	8–9**
Feriți de Ca și Mg	$CaO . MgO . Fe_2O_3$	–	urme	2–3
Oxizi de Ca și Mg	CaO ; MgO	2	8–10	2–3
Sulfuri	$Fe_nS_n + 1$	urme	urme	urme
Substanță cărbunoasă	C	1–2	5–10***	1

*) În unele cazuri apar și faze vitroase cu conținut de fier.
***) În cenușa de la Mintia proporția de magnetit este mai redusă, fierul fiind legat și de fazele vitroase.
***) Conținutul ridicat în masa cărbunoasă se datorește xylitului insuficient măcinat.

Important de semnalat este faptul că, atît oxizii de fier, cît și cuarțul apar și în granule libere și în asociație cu minerale argiloase (silicații de aluminiu), din această cauză separarea lor prin procedee metalice nu se va putea face decît parțial.

III. Cercetări de preparare mecanică

Cercetările de preparare mecanică a cenușilor de termocentrală s-au efectuat la scară de laborator și pilot pe cenuși provenind din arderea cărbunilor de huilă (CET Deva și Paroșeni) și din arderea șisturilor bituminoase de la Anina la CET-Doicești.

S-a urmărit elaborarea unei tehnologii simple de preparare care să conducă, atît la obținerea unor concentrate feroase valorificabile în industria siderurgică, cît și la obținerea unor produse deferizate cu conținuturi reduse în Fe_2O_3 care să poată fi utilizate la producerea aluminei sau în industria ceramică. De asemenea s-a căutat a se da o utilizare practică și produselor intermediare rezultate din operațiile de preparare, în cazul în care aceste produse nu se recircuitează în instalația de preparare mecanică.

Avîndu-se în vedere caracteristicile fizico-chimice și mineralogice ale cenușilor de termocentrală, cercetările tehnologice s-au axat exclusiv pe procedee de preparare electro-magnetice.

În urma încercărilor efectuate, s-a stabilit fluxul tehnologic din figura 4 care constă din separarea magnetică umedă în două trepte, și anume :

treapta I — separarea magnetică umedă a cenușii brute realizată la o intensitate slabă a cîmpului magnetic ($H = 1\,000$ Oë) cu obținerea unui concentrat feros final și a unor produse intermediare primare (mixte I);

treapta a II-a — retratarea produselor intermediare primare prin separare magnetică umedă la o intensitate ridicată a cîmpului magnetic ($H = 9\,000$ Oë), cu obținerea unui produs deferizat și a unor produse intermediare (mixte II) care, fie că se recircuitează în alimentarea treptei I de separare magnetică, fie că se valorifică ca atare în construcția drumurilor.

Rezultatele obținute pentru cele două tipuri de cenuși experimentate sînt redate în tabelele 5 și 6.

Se observă că indicii tehnologici obţinuţi pe cele două tipuri de cenuşi sînt apropiaţi, în special în privinţa conţinuturilor în elementele principale. Astfel:

— *concentratele feroase* reprezintă, ca extracţie în greutate, 6—4%, au un conţinut de

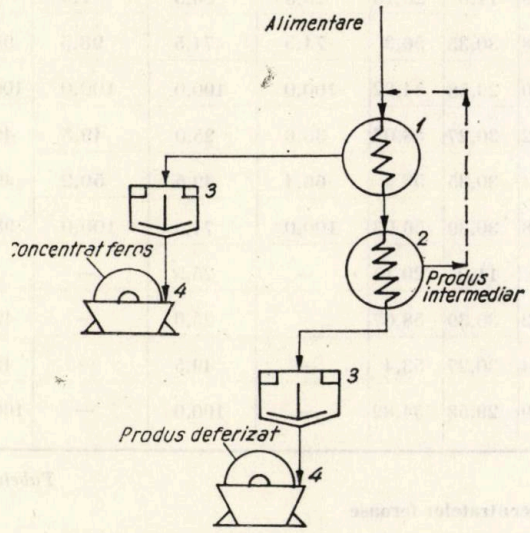


Fig. 4. Schema fluxului tehnologic de preparare mecanică a cenuşilor de termocentrală:
1 — separator magnetic; *2* — separator magnetic; — *3* ingroşător; *4* — filtru tambur.

62,4—64,3% Fe_2O_3, 11—10% Al_2O_3, 21—20% SiO_2 şi o recuperare în Fe_2O_3 de 36—26%;

— *produsele deferizate* reprezintă, ca extracţie în greutate, 52,5—47,6%, au un conţinut de 5,20—5,12% Fe_2O_3, 26,4—30% Al_2O_3, 52—58% SiO_2, 6,7% CaO, 2—2,5% MgO şi o recuperare în Al_2O_3 de 55 — 49%, reuşindu-se o îndepărtare a fierului din probă în proporţie de 75;

mixtele reprezintă, ca extracţie în greutate, 41,5—48% şi un conţinut de 9,5—10% Fe_2O_3, 26—30% Al_2O_3, 47—53% SiO_2.

Analizele chimice generale ale concentratelor feroase sînt prezentate în tabelul 7 şi arată posibilităţile de utilizare ale acestora în industria siderurgică.

Produsele deferizate au un conţinut redus de Fe_2O_3, iar experimentele chimico-metalurgice de obţinere a aluminei din aceste produse au dat rezultate satisfăcătoare din punct de vedere tehnic.

Mixtele (care au conţinuturi apropiate de ale cenuşei brute) pot fi recirculate în alimentarea treptei I de separare magnetică, în care caz se apreciază o recuperare de 40—50% în produsul deferizat; se pot utiliza ca atare în construcţia drumurilor.

Pentru utilizarea în construcţia drumurilor determinările de Proctor normal, Proctor modificat, indicele de activitate puzzolanică şi activitatea chimică, au arătat că acest material este apt a fi utilizat ca material de umplutură (executarea terasamentelor) şi la executarea straturilor rutiere ameliorate sau stabilizate cu aceste produse.

Din datele expuse mai sus rezultă că prin prepararea mecanică a cenuşilor de termocentrală se obţin produse care se pot valorifica în totalitate.

Tabelul 5

Indicii tehnologici obţinuţi la prepararea mecanică a cenuşii rezultate din arderea cărbunilor de huilă

Condiţii de lucru	Produse obţinute	*v*, %		*c*, %			*m*, %			
							Fe_2O_3		Al_2O_3	
		operaţie	total	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	operaţie	total	operaţie	total
Separare magnetică umedă, treapta I $H = 1000$ Oë	Conc. feros	6,0	6,0	62,45	11,6	21,2	36,0	36,0	25,2	2,50
	Mixte I	94,0	94,0	7,16	26,13	50,0	64,0	64,0	74,8	97,50
	Alimentare	100,0	100,0	10,44	25,23	48,27	100,0	100,0	100,0	100,0
Separarea magnetică umedă treapta a II-a $H = 4000$ Oë	Produs deferizat	56,0	52,5	5,20	26,4	52,54	42,0	24,2	56,3	55,0
	Mixte II	44,0	41,5	5,38	26,01	46,90	58,0	39,8	43,7	42,5
	Mixte I	100,0	94,0	7,16	26,13	50,0	100,0	64,0	100,0	97,50
Produse finale	Conc. feros	—	6,0	62,45	10,6	21,2	—	36,0	—	2,50
	Produs deferizat	—	52,5	5,20	26,4	52,54	—	24,2	—	55,0
	Mixte II	—	41,5	9,56	26,01	46,90	—	39,8	—	42,5
	Alimentare	—	100,0	10,44	25,23	48,27	—	100,0	—	100,0

Tabelul 6

Indicii tehnologici obținuți la prepararea mecanică a cenușii rezultate din arderea șisturilor bituminoase de Anina

Condiții de lucru	Produse obținute	v %		c %			m %			
							Fe_2O_3		Al_2O_3	
		operație	total	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	operație	total	operație	total
Separarea magnetică umedă, treapta I $H = 1000$ Oë	Conc. feros	4	4	64,29	11,0	20,15	25,5	25,5	1,5	1,5
	Mixte I	96	96	7,58	30,35	56,3	74,5	74,5	98,5	98,5
	Alimentare	100	100	10,10	29,58	54,82	100,0	100,0	100,0	100,0
Separarea magnetică umedă, treapta a II-a $H = 4000$ Oë	Produs deferizat	49,6	47,6	5,12	30,27	58,07	33,6	25,0	49,8	49,0
	Mixte II	50,4	48,4	10,04	30,35	53,4	66,4	49,5	50,2	49,5
	Mixte I	100,0	96,0	7,58	30,39	56,03	100,0	74,5	100,0	98,5
Produse finale	Conc. feros	—	4,0	64,2	11,0	20,15	—	25,5	—	1,5
	Produs deferizat	—	47,6	5,12	30,39	58,07	—	25,0	—	49,0
	Mixte II	—	48,4	10,04	30,27	53,4	—	49,5	—	49,5
	Alimentare	—	100,0	10,10	29,58	54,82	—	100,0	—	100,0

Tabelul 7

Analiza chimică generală a concentratelor feroase

Elemente, %	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	S	P	As	Mn	$\frac{CaO+MgO}{SiO_2+Al_2O_3}$
Conc. feros cenușă huilă	62,45	10,60	21,90	3,93	3,71	0,14	0,075	urme	0,22	0,24
Conc. feros cenușă șist	64,21	11,0	20,15	1,0	0,90	0,20	0,021	urme	0,18	0,095

CONCLUZII

Valorificarea complexă a cenușilor de termocentrală prezintă avantaje deosebite pentru economia națională, cu implicații în diverse domenii de activitate, cele mai importante fiind :

— descongestionarea terenurilor ocupate prin depozitarea cenușilor de termocentrală, crearea de noi capacități de depozitare și redarea unor terenuri circuitului agricol ;

— introducerea în circuitul economiei naționale a unor concentrate de fier valorificabile în industria siderurgică și a unor produse deferizate apte pentru obținerea aluminei sau a unor produse ceramice, prin valorificarea unor deșeuri industriale ;

— reducerea gradului de poluare a zonelor învecinate ;

— utilizarea cenușii obținute sub formă de produse intermediare, la prepararea mecanică, în construcția drumurilor, la executarea terasamentelor rutiere, la stabilizarea și ameliorarea stratelor rutiere etc.

Cantitățile de cenușă depozitate pînă în prezent și care se cifrează la circa 50 mil. tone, precum și cantitățile ce se vor depozita în continuare (numai prin arderea șisturilor bituminoase în termocentrale vor rezulta circa 10 mil. tone cenușă/an) permit să se aprecieze că rezervele de cenușă care pot face obiectul unor valorificări complexe sînt foarte mari.

BIBLIOGRAFIE

[1] Nițulescu, I. și Spiroiu Paula. *Studiul compoziției și structurii șisturilor bituminoase de la Anina și al transformărilor suferite in procesele termice in vederea valorificării lor complexe.* Institutul de geologie și geofizică, București, 1974.

[2] Tulliu, D. *Cercetări pentru deferizarea cenușilor de la termocentrala Mintia.* Cercetări miniere. Oficiul de documentare și publicații tehnice, București, 1973.

[3] Tulliu, D. și Guran, M. *Cercetări pentru deferizarea cenușilor aluminoase de la termocentrala Paroșeni.* Cercetări miniere. Oficiul de documentare și publicații tehnice, București, 1971.

[4] Iacabon, I., Stoian, A. și Spiroiu Paula. *Cercetări de deferizare magnetică a cenușilor obținute la arderea șisturilor bituminoase de Anina.* Cercetări miniere. Oficiul de documentare și publicații tehnice, București, 1973.

[5] * * * *Studii privind deferizarea cenușilor de termocentrală.* ICEMIN, 1971—1973.

[6] * * * *Studiu privind utilizarea eficientă a cenușilor de termocentrală în construcția drumurilor.* ICPTT. București, 1973.

[7] Mocanu Ana și Nițulescu, I. *Cercetări privind structura petrografică a cărbunelui brun-lignit din bazinul Oltenia Nord și implicațiile asupra măcinării și arderii in focarele cazanelor de aburi.* Raport ICEMIN 1973.

Manilici, A. Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie,
Guran, M. Mlnisterul Minelor, Petrolului și Geologiei,
Facsko, G. și Rădoi, I. Institutul Politehnic „Traian Vuia" — — Timișoara
Crișan, A., Götz, A. și Ilie, P. Institutul de cercetări și proiectări pentru minereuri și metalurgie neferoasă Baia Mare

Valorificarea superioară a minereurilor sărace de mangan în vederea obținerii manganului metalic și a bioxidului de mangan pe cale electrolitică

Materia primă cu conținut relativ redus de magan, al cărui studiu privind posibilitățile de valorificare face obiectul prezentei lucrări, este rezultatul exploatării preferențiale a unor zăcăminte de oxizi de mangan, efectuate în scopul selectării piroluzitei naturale. Materialul (refuzat), care s-a acumulat de-a lungul deceniilor în cantități masive, se caracterizează printr-un conținut scăzut de mangan și, datorită naturii sale mineralogice, printr-o grea prelucrabilitate chimică. Din acest motiv această rezervă, neglijată pînă în ultimii ani, a fost studiată mai insistent doar în momentul în care conjunctura tehnico-economică a impus prelucrarea acestor rezerve sărace de mangan. Evident, cu această ocazie s-a pus problema valorificării ei superioare pe cale chimică, pe lîngă cea tradițională siderurgică.

1. Proprietățile mineralogice ale minereului

În minereul studiat predomină un cuarț manganos, dur, de culoare brun-închis pînă la negru cu textură șistuoasă sau stratificată; uneori este cenușiu și alternează cu benzi micacee. Mai apar roci carbonatice și silicioase de culoare gălbuie sau roz care, prin alterare, devin brune sau negre. Frecvent apare o textură lucioasă cu părți compacte dure, prinse în mase friabile, celulare, colomorfe sau pămîntoase sau părți friabile ce formează benzi, reticule și straturi fine care împînzesc minereul dur. Prin levigarea unor compuși se accentuează texturile celulare-alveolare; pe de altă parte se întîlnesc încrustări și cuiburi de oxizi de fier și mangan formate mai recent.

Sub microscop predomină cuarțul cu granulație variată, cu formă xenomorfă sau alungită și limite dințate-ondulate. Este asociat cu mice, amfiboli manganiferi, granați și, în primul rînd, oxizi de mangan (fig. 1). Spesartinul formează acumulări, benzi sau cuiburi. Apare de obicei idiomorf (fig. 2) cu granulație între 0,1 și 0,01 mm. Adesea cristalele sînt fisurate și corodate. Include cuarț, hematit, calcopirită și oxizi de mangan. Dannemoritul apare uneori alături de granați, alte ori dispersat în cuarț sub formă de benzi, snopi sau agregate din fibre cu grosime, de obicei , sub 0,01 mm (fig. 2). Rodonitul este mai sporadic, predomină în unele eșantioane, e asociat cu rodocrozit sau cuarț. Granulele de 0,10—0,02 mm sînt xenomorfe, uneori fisurate și împînzite cu oxizi de mangan. Rodocrozitul predomină în unele eșantioane sau fragmente prinse în masele de oxizi.

Oxizii de mangan sînt reprezentați, în primul rînd, de piroluzit și psilomelan. Piroluzitul

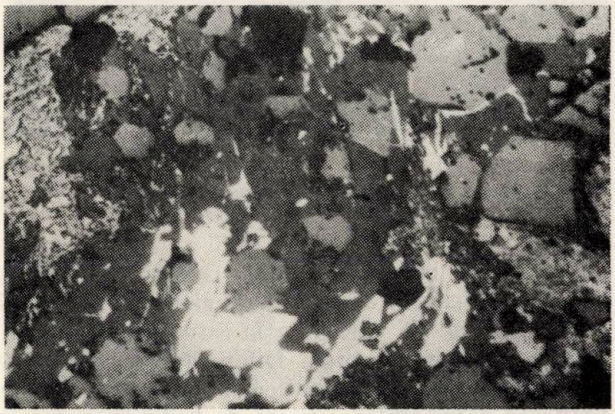


Fig. 1. Minereu format din cuarț fin granular (Q), cristale de spessartin (S), piroluzit (P) în cristale ideomorfe și agregate fin lamelare, psilomelan (P_s) în mase fin granulare care conțin și relicte fine de piroluzit. Secțiune lustruită. Mărire 233 x.

Fig. 2. Cristale idiomorfe de spessartin (S) și mase fibroase de dannemorit (D) în cuarț. Secțiune subțire. Mărire 135 x.

apare în cantități mai reduse, sub formă de cristale sau granule de 0,1 — 0,01 mm (fig. 1) și formează benzi sau intercalații în cuarțitele șistuoase. Mai apare și sub formă de pelicule pe fisurile sau limitele de granule ale silicaților și ca granule fine dispersate în silicați, rar ca mase compacte sau poroase celulare. Cantitatea predominantă a piroluzitului se asociază psilomelanului în care apar alternanțe de benzi și cuiburi depuse simultan sau piroluzitul apare ca produs de recristalizare pe

seama psilomelanului (fig. 3). Uneori piroluzitul prezintă urme de coroziune ce indică o depunere mai timpurie față de psilomelan (fig. 4).

Psilomelanul este complexul de oxizi de mangan, amorfic sau criptocristalin hidratați,

Fig. 3. Benzi și vinișoare de psilomelan (P_s) colomorf ce străbat mase fin granulare — poroase de piroluzit (P). Secțiune lustruită. Mărire 165 x.

cu oxizi și hidroxizi de fier. Formează mase cu texturi colomorfe, cuiburi și benzi sau pelicule fine (fig. 3). Granulația este foarte fină, de obicei submicroscopică. Diferențele de duritate, culoare și granulație indică diferențe în ceea ce privește compoziția, starea de hidratare și cristalinitatea (fig. 4). Acest complex îmbină foarte fin roca silicioasă, formează mase celulare — alveolare, benzi, pelicule, încrustări sau mase pământoase.

Pentru urmărirea compușilor mineralogici în diferite faze tehnologice, în afara examinării microscopice, s-a recurs la analiza mineralogică cu raze X. Analizele au fost executate la un aparat Philips PW 1010 și goniometru vertical PW 1050/25. S-a folosit radiație de cupru filtrat cu nikel. În minereul original s-au pus în evidență liniile componenților silicatați principali: cuarț, rodonit, rodocrozit, dannemorit (fig. 5). Oxizii de mangan se evidențiază mai puțin deoarece sînt prezente mai multe minerale

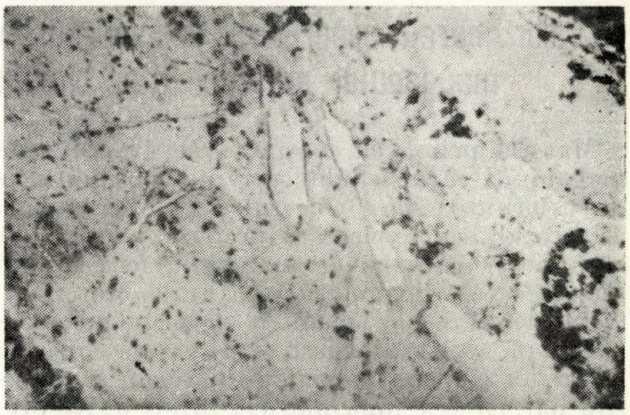


Fig. 4. Mase fin granulare de piroluzit și psilomelan, includ relicte corodate de piroluzit mai vechi și sînt străbătute de vinișoare fine de piroluzit mai nou. Secțiune lustruită. Mărire 160 x.

și majoritatea e formată din psilomelan amorf. Pe probe alese după aspectul microscopic s-au evidențiat liniile de separație ale silicaților de mangan. În figura 6 se reprezintă danemoritul, iar în figura 7 liniile radocrozitului, rodonitului și dannemoritului.

II. Proprietățile fizico-chimice ale minereului

Conținutul în mangan al minereului variază foarte mult de la un loc la altul (între 15 și 30%). Compoziția medie găsită este:

Mn total = 26,2 %; $Mn(MnO_2)$=22,6%;
$Mn(Mn^{+2})$=3,6 %;
SiO_2 = 29,4 %; Fe(total)=10,8 %;

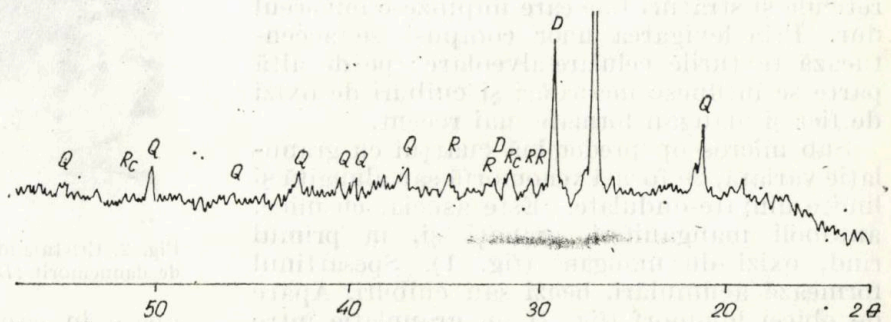


Fig. 5. Diagramă difractometrică cu raze X. Minereu original.

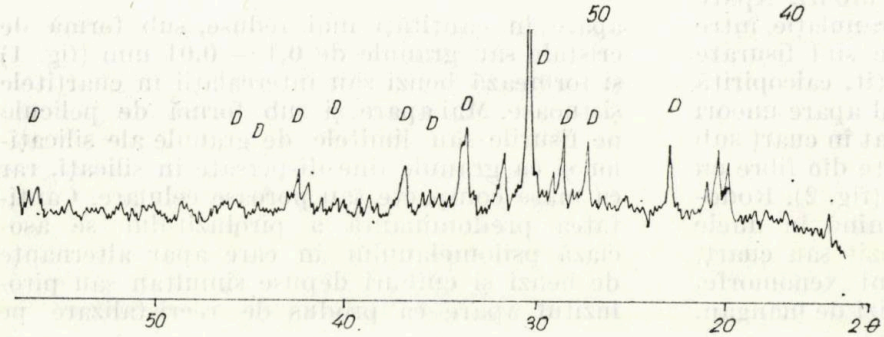


Fig. 6. Diagramă difractometrică cu raze X. Probă aleasă bogată în dannemorit.

Al_2O_3=2,5%; CaO=0,84%
MgO=0,74%; P=0,35%; S=0,1%;
Pierderi de calcinare 9,9 %.

Prin analiza spectrală se mai observă următoarele prezenţe: Ba = 0,03 — 0,1 %; Be= =0,0001—0,0003 %; Cu=0,01—0,003%;

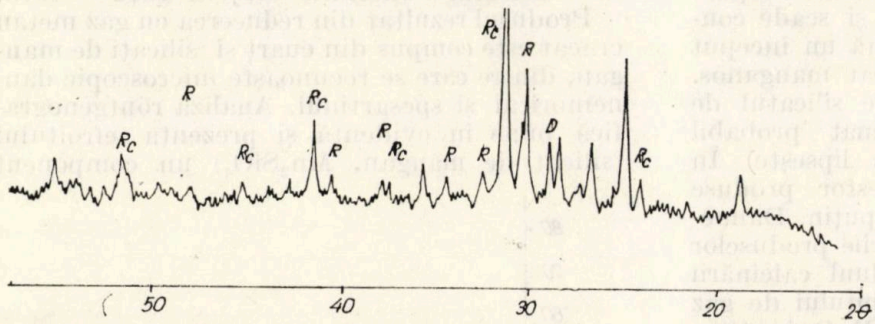


Fig. 7. Diagramă difractometrică cu raze X. Probă aleasă, bogată în rodonit şi rodocrozit.

Pb=0,01—0,03 %; Ni=0,01—0,03 %; Co= =0,01—0,003 %; Cr= 0,003%; V=0,1— —0,03 %; Ti=0,01 %, etc.

— Greutatea specifică a minereului este egală cu 3,3 g/cm³.

— Greutatea volumetrică a minereului brut= = 1 650 kg/m³.

— Umiditatea minereului = 6—13 %.

— Granulaţia minereului brut:

+ 100 mm =5,6 %	+ 10 mm = 15,9 %
+ 80 mm = 4,7 %	+ 5 mm = 13,8 %
+ 50 mm = 11,7 %	+ 3 mm = 8,5 %
+ 25 mm = 22,5 %	— 3 mm = 6,1 %
+ 20 mm = 8,2 %	

III. Studii de preparare

Avînd o bază de materie primă cu caracteristicile sumar prezentate, se pune problema valorificării ei în modul cel mai economicos, ţinînd cont de conjunctura tehnico-economică concretă. În acest scop s-au făcut cercetări privind :

— prepararea materiei prime în vederea obţinerii unor clase cu diverse conţinuturi în mangan;

— prelucrarea pe cale chimică a sorturilor obţinute cu sau fără reducerea prealabilă a manganului (IV), în vederea obţinerii soluţiei de $MnSO_4$;

— obţinerea manganului metalic electrolitic şi a bioxidului de mangan electrolitic din soluţia de sulfat de mangan obţinută;

— studii privind cuplarea diverselor tehnologii în vederea obţinerii produselor de mangan pe o platformă uzinală comună.

Obţinerea de clase cu diverse conţinuturi de mangan, pentru eventuala lor folosire în siderurgie, a fost cercetată prin procedee de separare magnetică, flotaţie şi gravitaţionale. Minereul brut s-a supus sfărîmării pînă la 10,9% + 20 mm şi apoi măcinării umede în circuit închis cu clasor şi hidrociclonare de control pînă la fineţea de 80 % —0,1 mm, după care probele de tulbureală s-au supus separării magnetice la o intensitate de 1200 kA/m, sau flotaţie cu acizi graşi. În ambele cazuri s-au obţinut concentratele cu 25 — 30 % mangan şi randamente de extracţie de 60—70 %, cu compoziţie mineralogică similară cu a minereului original. Pentru preconcentrarea gravitaţională, minereul sfărîmat la 10,9 % + 20 mm s-a separat în clase granulometrice + 20 mm, + + 10 mm, + 3 mm şi — 3 mm, care apoi s-au supus zeţajului. S-a obţinut o uşoară îmbogăţire pe seama spălării părţilor argiloase, însă nu au rezultat produse cu calitatea care să justifice folosirea acestei operaţii. Pentru tratarea pe cale chimică minereul sfărîmat şi măcinat la 80% — 0,1 mm s-a supus în prealabil decantării şi filtrării.

Încercările de preparare au dovedit că concentratele, în toate cazurile, au o repartizare a manganului aproximativ uniformă şi comparabilă cu a minereului iniţial. De aceea o concentrare a materiei prime nu este justificată decît doar atunci cînd se cer sorturi mai bogate în mangan, de exemplu în siderurgie, peste 33 % mangan. Pentru prelucrarea chimică această îmbogăţire nu este justificată.

Încercările de obţinere a sulfatului de mangan din materia primă (cu sau fără îmbogăţire prealabilă) s-au efectuat pe două căi şi anume : cu reducerea prealabilă a manganului (IV) la mangan (II) printr-o operaţie independentă şi apoi solubilizarea manganului (II) la $MnSO_4$, sau cu reducerea în soluţie apoasă, concomitent cu procesul de dizolvare.

Pentru prima variantă s-au încercat calcinarea simplă şi reducerea cu gaz cracat (amoniac sau metan). Simpla descompunere termică are loc după schema :

$$MnO_2 \xrightarrow{500°C} Mn_2O_3 \xrightarrow{950°C} Mn_3O_4 \longrightarrow MnO$$

Rezultatele obţinute la prelucrarea probelor descompuse termic după această schemă au demonstrat că această cale nu este corespunzătoare. La o calcinare fără gaz reducător, în produsul obţinut este prezent oxidul de mangan Mn_3O_4, oxidul de fier şi mangan — bixbiyt $(Fe, Mn)_2O_3$, alături de cuarţ şi silicaţi de mangan. La o calcinare la temperatură de 900°C apare oxidul manganos, dar mai există şi Mn_3O_4. În reziduurile produselor calcinării

la temperaturi intermediare sînt prezenți silicați și hematit, dar în reziduurile calcinării la 900°C nu mai apar oxizi de fier și mangan. La o calcinare cu gaz reducător, la temperaturi intermediare, pe lîngă silicați este prezent Mn_3O_4 și goethit (oxid de fier). La temperaturi de 700°C predomină Mn_3O_4. La 800°C apare oxidul manganos, dispare Mn_3O_4 și scade conținutul de dannemorit, ce denotă un început de descompunere a acestui silicat manganos. La 900°C, pe lîngă MnO, apare silicatul de mangan tefroit (Mn_2SiO_4) format probabil pe seama dannemoritului care lipsește. În reziduurile de dizolvare a acestor produse oxizii dispar mai mult sau mai puțin. Dannemoritul este prezent în reziduurile produselor sub 800°C și dispare din reziduul calcinării la 900°C. Odată cu creșterea debitului de gaz reducător crește cantitatea de MnO la temperatura de 800°C. La produsele calcinării cu gaz recirculat se remarcă perzența MnO, a tefroitului și scăderea relativă a dannemoritului. Rezultatele bune obținute la reducerea minereului cu gaze reducătoare au dus la reluarea acestora la nivel industrial. Operația s-a efectuat în cuptoare industriale cu funcționare discontinuă, în atmosferă de amoniac disociat sau gaz metan cracat, după reacțiile :

$$CH_4 + H_2O = CO + 3H_2 \quad (1)$$

$$CH_4 \longrightarrow C + 2H_2 \quad (2)$$

$$MnO_2 + CO = MnO + CO_2 \quad (3)$$

$$MnO_2 + C = MnO + CO \quad (4)$$

$$MnO_2 + H_2 = MnO + H_2O \quad (5)$$

$$MnO + CO = Mn + CO_2 \quad (6)$$

$$MnO + C = Mn + CO \quad (7)$$

$$MnO + H_2 = Mn + H_2O \quad (8)$$

$$CH_4\ CO_2 = CO + 2H_2 \quad (9)$$

Compoziția gazelor de circa 80% CO și H_2 și temperatura de circa 900° C asigură o bună reducere a manganului (IV) din minereu. Detalii tehnologice privitoare la reducerea minereurilor de mangan cu amoniac disociat sau metan cracat sînt date într-o lucrare elaborată de Institutul Politehnic Cluj în 1972 — 1973.

Produsul rezultat din reducerea cu gaz metan cracat este compus din cuarț și silicați de mangan, dintre care se recunoaște microscopic dannemoritul și spesartinul. Analiza röntgenografică pune în evidență și prezența tefroitului (silicat de mangan, Mn_2SiO_4) un component

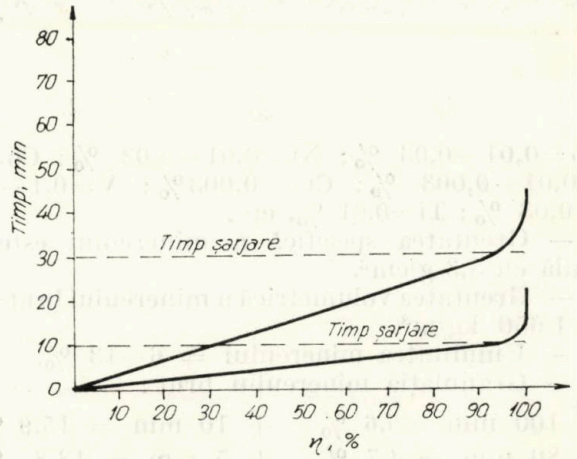


Fig. 8. Diagrama variației randamentului de extracție a manganului din minereul redus cu gaz metan. Condiții t = =40°C, raport lichid-solid 10 :1, H_2SO_4 liber 50 g/l. Agitare 70 rot/min.

nou format în procesul de reducere. Oxizii de mangan apar sub formă de mase poroase celulare, chiar pămîntoase, cu componenți diferiți. Pe baza analizei röntgenografice componentul dominant este oxidul manganos (MnO) (fig. 9 și 9 *a*). Se distinge bine microscopic și magnetitu

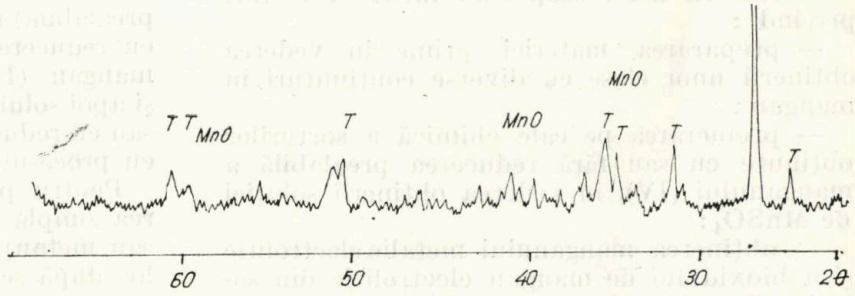


Fig. 9. Diagramă difractometrică cu raze X. Minereu oxidic de mangan redus cu gaz metan cracat.

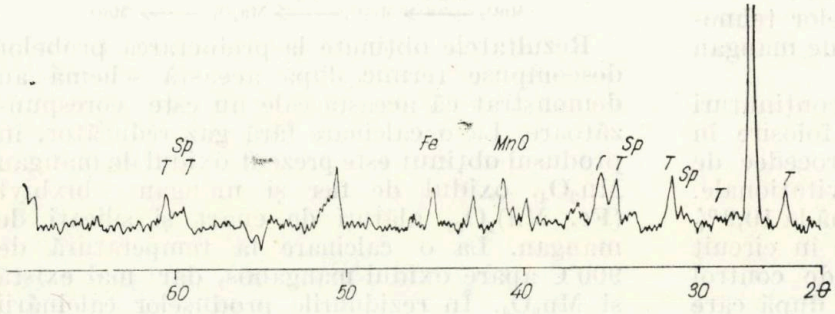


Fig. 9 *a*. Diagramă difractometrică cu raze X. Minereu oxidic de mangan redus cu amoniac disociat.

sub formă de granule incluse în cuarţ. Produsul rezultat prin reducerea cu amoniac disociat arată o compoziţie asemănătoare, se remarcă prezenţa fierului metalic sub formă de pelicule de cîţiva microni pe granulele de magnetită. Alteori apare fierul sub formă de granule mici spongioase, agregate granulare sau mase reticulare.

Încercările de solubilizare a minereului astfel redus au dat rezultate deosebit de bune. Din figura 8, în care sînt redate schematic rezultatele privind dizolvarea minereului redus cu acid sulfuric în cantitate stoechiometrică la 40°C şi agitaţie de circa 70 rot. /minut, se vede că dizolvarea are loc în cîteva minute, practic în timpul necesar pentru alimentare cu randamente de circa 98 %, indiferent de concentraţia acidului. Acest lucru este hotărîtor în alegerea tehnologiei întrucît permite refolosirea la dizolvare a electroliţilor epuizaţi rezultaţi la extragerea manganului metalic sau la fabricarea bioxidului de mangan. Principalele reacţii care au loc sînt :

$$MnO + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O \quad (10)$$

$$Mn + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2 \quad (11)$$

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2 \quad (12)$$

Operaţia s-a executat la nivel pilot într-un reactor cu agitare de 2,3 m^3, asigurîndu-se o ventilaţie puternică, necesară din cauza unei degajări abundente de hidrogen.

În reziduurile rămase după dizolvare în diverse variante de solubilizare, pe lîngă componentul predominant cuarţ, se evidenţiază bine dannemoritul (fig. 10) şi spesartinul, ca resturi neafectate de calcinare-dizolvare, a căror cantitate creşte relativ datorită eliminării produselor solubile. În schimb tefroitul nu mai apare decît cu totul izolat (fig. 10 *a*), ceea ce înseamnă că descompunerea lui este practic completă. În cantităţi foarte mici poate fi întîlnit piroluzitul, probabil ca o fază nou formată şi resturi de pirită (fig. 11) în cantităţi variabile, în funcţie de compoziţia şarjei folosite.

În a doua variantă de extracţie a minereului, reducerea manganului (IV) s-a făcut concomitent cu solubilizarea. În acest scop s-au încercat două variante şi anume : solubilizarea în acid sulfuric diluat în prezenţă de pirită şi solubilizarea în acid sulfuric diluat în prezenţă de bioxid de sulf.

În prima variantă reacţiile principale sînt :

$$MnO + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O \quad (13)$$

$$Mn_2O_3 + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + MnO_2 + H_2O \quad (14)$$

$$15MnO_2 + 14H_2SO_4 + 2FeS_2 = Fe_2(SO_4)_3 + 15\,MnSO_4 + 14\,H_2O \quad (15)$$

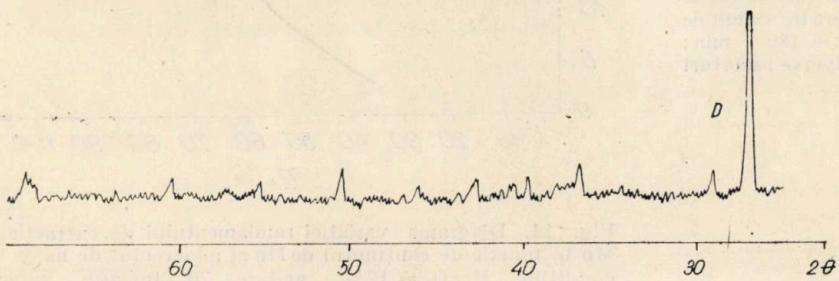


Fig. 10. Diagramă difractometrică cu raze X. Reziduu de la dizolvarea minereului crud în H_2SO_4 (10%) în prezenţă de SO_2 la rece (20°C).

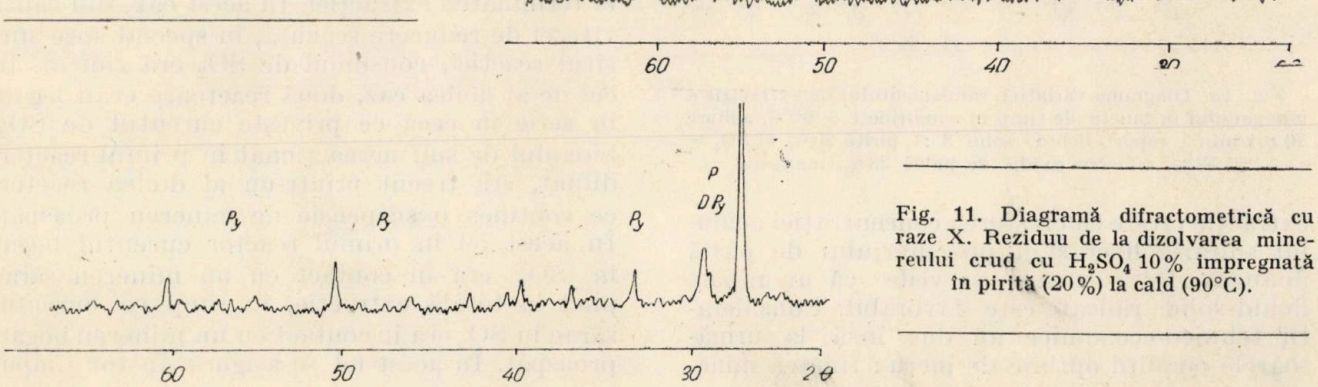


Fig. 10*a*. Diagramă difractometrică cu raze X. Reziduu de la dizolvarea minereului redus cu gaz metan cracat în H_2SO_4 5% la rece (30°C).

Fig. 11. Diagramă difractometrică cu raze X. Reziduu de la dizolvarea minereului crud cu H_2SO_4 10% impregnată în pirită (20%) la cald (90°C).

$$7MnO_2+6H_2SO_4+FeS_2=7MnSO_4+6H_2O+ \quad (16)$$
$$+ FeSO_4$$

$$3MnO_2+6H_2SO_4+FeS_2=3\ MnSO_4+ \quad (17)$$
$$+Fe_2(SO_4)_3+S+6H_2O$$

$$MnO_2+H_2SO_4+2FeSO_4=Fe_2(SO_4)_3+ \quad (18)$$
$$+ MnSO_4+2H_2O$$

$$MnCO_3+H_2SO_4=MnSO_4+CO_2+H_2O \quad (19)$$

Rezultatele influenței principalilor parametri urmăriți asupra sistemului sînt prezentați în figurile 12, 13 și 14. Din figura 12 se vede că, așa cum era de așteptat, randamentul de

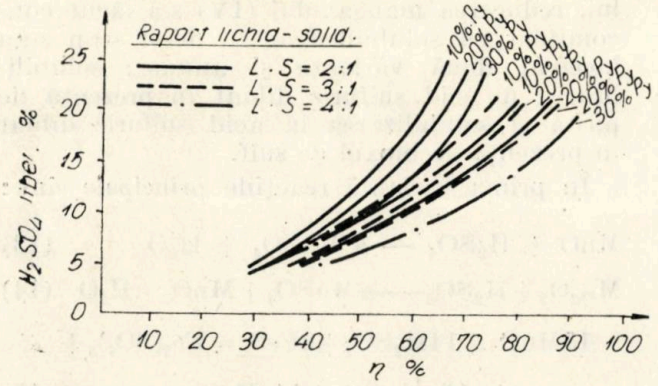


Fig. 12. Diagrama variației randamentului de extracție a manganului în funcție de aciditatea liberă în condițiile t = 90°C, agitare 70 rot/min, timp = 180 min; minereu de haldă oxidic cu 23% mangan în diverse raporturi lichid - solid.

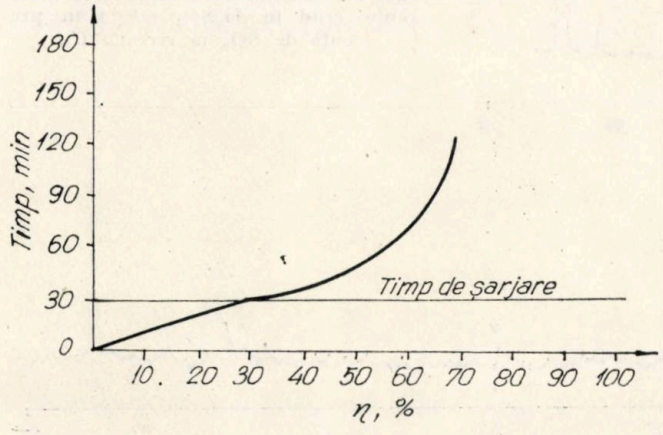


Fig. 13. Diagrama variației randamentului de extracție a manganului în funcție de timp în condițiile t = 90°C, agitare 70 rot/min.; raport lichid - solid 3 :1, pirită 20%, H_2SO_4 = = 12%, minereu oxidic de haldă 23%, mangan.

extracție crește cu creșterea concentrației acidului sulfuric liber și a procentajului de pirită adăugat. De asemenea, se vede că un raport lichid-solid ridicat este favorabil. Considerații tehnico-economice au dus însă la următoarele condiții optime de lucru : finețea minereului 80 % sub Ø = 0,1 mm, temperatură de reacție 90°C, timpul de reacție 2 ore, aciditatea liberă 12—15 %, adaos de pirită circa 20 %, raportul lichid-solid 1 : 3—5, concentrația finală de mangan în soluție este de 30—50 g/l. Așa cum se vede din figurile 13 și 14 în aceste condiții randamentul de extracție a manganului nu depășește 70 %.

În a doua variantă de extracție reacțiile principale sînt :

$$MnO_2 + SO_2 \longrightarrow MnSO_4 \quad (20)$$

$$MnO + H_2SO_4 \longrightarrow MnSO_4 + H_2O. \quad (21)$$

În cazul extracției manganului cu acid sulfuric diluat în prezență de bioxid de sulf a fost studiată influența următorilor parametri : timpul de extracție, raportul lichid - solid, debitul și circulația bioxidului de sulf, temperatura de reacție, concentrația sulfatului de mangan în soluția de lesiere, granulația mine-

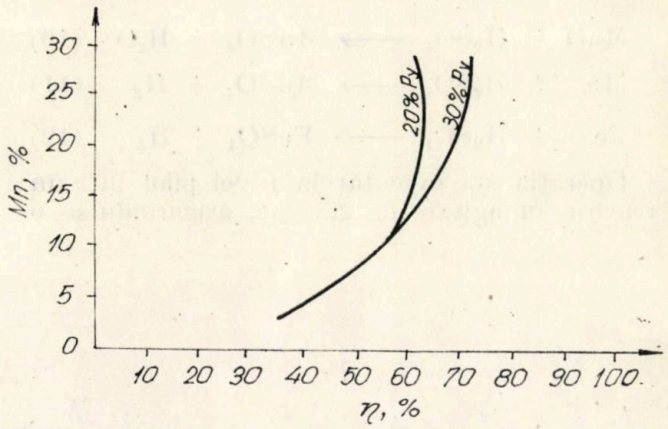


Fig. 14. Diagrama variației randamentului de extracție a Mn în funcție de conținutul de Mn al minereului de haldă în condițiile H_2SO_4 = 12%, agitare 70 rot/min, raport lichid - solid 3 :1, t = 90°C, timp = 180 min.

reului. Determinările au fost făcute pentru două variante : extracția într-o singură fază și extracția în contracurent. În primul caz, prin reactorul care conținea suspensia de minereu în soluția de acid sulfuric, se babrota SO_2, pînă la terminarea extracției. În acest caz, din cauza vitezei de reducere scăzută, în special spre sfîrșitul reacției, consumul de SO_2 era ridicat. În cel de-al doilea caz, două reactoare erau legate în serie în ceea ce privește curentul de SO_2, bioxidul de sulf nereacționat în primul reactor, diluat, era trecut printr-un al doilea reactor, ce conținea o suspensie de minereu proaspăt. În acest fel în primul reactor curentul bogat în SO_2 era în contact cu un minereu sărac pînă la totală extracție, în timp ce curentul sărac în SO_2 era în contact cu un minereu bogat, proaspăt. În acest fel se asigură, în tot timpul

extracției, viteza maximă de reacție. După terminarea primei faze de extracție, reactorul al doilea, cu minereul parțial extras, devine la rîndul lui în faza următoare de extracție reactorul întîi și așa mai departe. S-a găsit că procedeul mai avantajos este cel în contracurent pentru care s-au stabilit următorii parametrii optimi : timpul de extracție 60 minute (pentru o fază), raport solid-lichid (g/l) 1 : 5, concentrația SO_2 în gazul de reducere 10 %, debitul de bioxid de sulf 0,00345 g/SO_2/minut.g. minereu, temperatura ambiantă. S-a constatat că granulația minereului nu influențează randamentul de extracție. În figura 15 este redată variația randamentului de extracție, în funcție

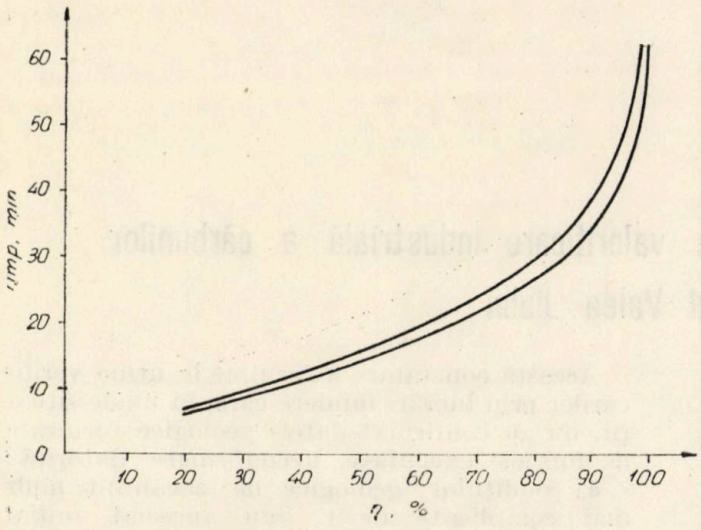


Fig. 15. Variația randamentului de extracție în funcție de timp la un raport solid-lichid 1 :5, debit de SO_2 = 0,106 g/min, soluția de extracție conține :

1) $MnSO_4$=27,4 g/l $(NH_4)_2SO_4$=150 g/l H_2SO_4=60 g/l

2) $MnSO_4$=41,1 g/l $(NH_4)_2SO_4$=160 g/l H_2SO_4=60 g/l

de timpul de extracție. În aceste condiții se pot obține soluții de $MnSO_4$ cu concentrații de 27,4 — 54,8 g/l mangan și randamente de extracție de circa. 90%. O compoziție tipică obținută cu electrolitul epuizat de la extragerea manganului metalic este următoarea : Mn = = 30 — 40 g/l (ca și $MnSO_4$), sulfat de amoniu 130 — 150 g/l, fier total 10 g/l, pH = 2,5.

Odată soluțiile de sulfat de mangan obținute, s-a trecut la încercări tehnologice privind obținerea bioxidului de mangan electrolitic și a manganului metalic electrolitic, urmînd a se continua obținerea și a altor produse pe bază de mangan, cum ar fi : oxizi preparați chimic, oleați, stearați, permanganat de potasiu etc. Tehnologiile încercate au fost cele cunoscute în literatura de specialitate, fiind însă adaptate minereurilor de care s-a dispus. O problemă căreia i s-a dat o importanță deosebită a fost aceea a purificării soluției de sulfat de mangan, în vederea atingerii gradului de puritate cerut de tehnologia respectivă (bioxid de mangan, mangan metalic) și care diferă sensibil de la o tehnologie la alta, fără a modifica în esență mersul general al tehnologiei.

Îndepărtarea fierului, impuritatea majoră, s-a făcut prin oxidarea fierului (II) rezidual cu bioxid de mangan artificial sau natural, la fier (III) ridicarea pH-ului de la circa 2,5 cît avea la terminarea operației de extracție la 5,4 — 5,6, s-a făcut prin adăugare de amoniac, carbonat de mangan etc., cu care ocazie precipitau hidroxizi de fier (III), aluminiu, zinc etc., adsorbind concomitent și alte impurități. Precipitatul format a fost îndepărtat pe un filtru rotativ cu o suprafață de 5 m² și o productivitate de 500 kg/6 ore, sau prin decantări repetate cu o viteză de sedimentare de 1 mm/min. Soluția de sulfat de mangan astfel obținută a fost corespunzătoare pentru obținerea bioxidului de mangan electrolitic. Pentru extragerea manganului metalic, soluția de sulfat de mangan trebuie să prezinte o puritate mai ridicată, din care cauză ea a fost supusă unei a doua operații de purificare, prin precipitarea cationilor jenanți cu o soluție de 25 % sulfură de amoniu adăugîndu-se aproximativ 1 l/m³ soluției de purificat. Precipitatul obținut a fost filtrat pe un filtru presă cu o suprafață de 3,2 m² și o productivitate de 1 m³/h. După cea de-a doua purificare soluția de sulfat de mangan avea aproximativ următoarele caracteristici :

pH = 6, Mn = 30 — 35 g/l; $(NH_4)_2SO_4$ 130—150 g/l, impurități sub 1 mg/l (pentru fiecare în parte) și era corespunzătoare pentru extragerea manganului metalic.

Soluțiile astfel obținute au fost folosite cu rezultate bune pentru obținerea produselor amintite prin tehnologiile bine cunoscute pe plan mondial în acest scop, fapt pentru care nu se prezintă în cele de față.

CONCLUZII

Rezultatele studiilor de preparare au arătat următoarele.

1. Încercările de separare magnetică umedă sau flotația cu acizi grași au condus la obținerea de concentrate cu 25—30 % Mn și randamente de extracție de 60—70%.

2. Încercările de preconcentrare gravitațională au dat produse de calitate inferioară care nu justifică folosirea acestei metode.

3. Pentru obținerea sulfatului de mangan din materia primă s-au obținut rezultate bune prin reducerea minereului cu gaze reducătoare (atmosferă de amoniac disociat sau gaz metan cracat, la o temperatură de circa 900°C) urmată de solubilizarea minereului redus, cu acid sulfuric la 40°C și agitare, obținîndu-se un randament de 98%. Parametrii optimi se obțin în contracurent: timp de extracție 60 min, raport solid-lichid 1=5, concentrația de SO_2 în gazul de reducere 10% și temperatura camerei; granulația minereului nu influențează randamentul de extracție.

4. Pentru obținerea bioxidului de mangan electrolitic și a manganului metalic electrolitic s-a acordat o atenție deosebită purificării soluției de sulfat de mangan. După prima operație de purificare a fierului s-a putut obține bioxid de mangan electrolitic.

A doua operație de purificare prin precipitarea cationilor jenanți cu o soluție de 25% sulfură de amoniu și filtrare în filtru-presă, soluția de sulfat de mangan a căpătat caracteristici corespunzătoare pentru extragerea manganului metalic.

Geolog **T. Rusu**

Intreprinderea geologică de prospecțiuni pentru substanțe minerale solide București

Condițiile geologice - economice de valorificare industrială a cărbunilor din bazinul Valea Jiului

Intensul program de cercetare geologică a bazinului carbonifer Valea Jiului, prin lucrări de prospecțiune și explorare (foraje și lucrări miniere), a urmărit cunoașterea lui din punct de vedere:

a) geologic (condițiile de zăcămînt stratigrafice și tectonice);

b) economic (potențialul rezervelor de cărbune);

c) calitativ (caracteristicile fizico-chimice și tehnologice ale cărbunelui); date, necesare elaborării și fundamentării studiilor tehnico-economice de dezvoltare și extindere a lucrărilor miniere.

Cunoașterea acestor date, de către institutele de cercetare și proiectare, constituie o necesitate obligatorie, deoarece acestea condiționează întreaga activitate economică actuală și de perspectivă a bazinului.

Din lucrările geologice executate în bazin a rezultat un vast volum de informații științifice și economice, sintetizate în diverse lucrări publicate sau cu caracter intern, date care au permis proiectarea și dirijarea lucrărilor miniere de exploatare în bazin.

Bazinul Valea Jiului a fost cercetat prin lucrări de prospecțiune scara 1:5 000 și de explorare prin foraje și lucrări miniere, care au permis cunoașterea aproape în întregime a volumului de rezerve și mai puțin din punct de vedere structural, întrucît există zone unde condițiile stratigrafice și tectonice de zăcămînt nu sînt însă suficient cunoscute.

Această constatare a rezultat în urma verificărilor prin lucrări miniere care, în unele situații, nu au confirmat datele geologice furnizate de forajele executate, neconfirmare datorită:

a) condițiilor geologice de zăcămînt mult mai complicate decît s-au apreciat inițial (zona estică);

b) metodologiei de explorare, respectiv rețelei de foraje stabilită conform normelor, prea larg și nereadaptată pe parcursul executării lucrărilor (zona estică: Livezeni, Iscroni, Sălătruc etc.);

c) condițiilor tehnice de execuție, cu recuperaj slab în carotajul mecanic, fără măsurători geofizice și de deviere orientată la sondele executate în prima etapă 1950—1957, cîmpurile miniere din zona vestică a bazinului, Bărbăteni, Uricani, Lupeni etc.).

Pentru aceste considerente, s-a elaborat un program de cercetare geologică în continuare pentru unele zone susceptibile a fi detaliate prin lucrări de explorare, foraje și lucrări miniere, zone situate în cele mai multe cîmpuri miniere din bazin.

Din întreaga activitate geologică de cercetare a bazinului carbonifer Valea Jiului, în decurs de 25 ani, a rezultat o serie de concluzii de ordin științific și economic de mare valoare pentru economia națională, care au condus în final la dezvoltarea industrială a bazinului. Una din cele mai importante concluzii geologice obținute pînă acum se referă la separare în cadrul bazinului a șase structuri geologice distincte,

bine individualizate, determinate pe criterii ştiinţifice de ordin stratigrafic, tectonic, pe considerente economice şi de calitate, grad de cercetare etc. [4]. În legătură cu aceasta rezultă o serie de constatări importante.

a. Separarea în cadrul bazinului (de la limita Lupeni—Paroşeni) a două zone cu caracteristici distincte.

Zona estică, prezintă un grad mai mare de dificultate geologică, deoarece numeric formaţiunile geologice sînt duble faţă de vest, numărul stratelor de cărbune şi grosimea lor este de asemenea mai mare decît în vest, însă şi procesul de efilare şi substituire a faciesului cărbunos este mai accentuat [11].

Tectonic, zona estică prezintă, de asemenea, un grad diferit şi, în general, mai complicat decît zona vestică, datorită unui fundament accidentat, a elementelor plicative şi disjunctive mai frecvente, cu înclinări mai mari ale zăcămîntului etc.

Din punct de vedere economic, în zona estică, datorită zăcămîntului mult mai dezvoltat, rezerva de huilă energetică reprezintă 60% din rezerva totală a bazinului, avînd şi o suprafaţă mai mare.

b. Separarea în cadrul fiecărei zone a cîte trei unităţi structurale bine individualizate (fig. 1).

Cunoaşterea geologică a acestui flanc este, în cea mai mare parte, asigurată; sînt necesare, local, numai unele detalieri de ordin tectonic.

2. *Zona central-estică a bazinului* (E_2), care cuprinde perianticlinalul central cu direcţia NEE—SVV, prezintă o bună dezvoltare a zăcămîntului în grosime şi extindere, cu tectonică accentuată, faliat în blocuri şi cu căderi în trepte spre SV.

Aici sînt dezvoltate două exploatări miniere — Lonea şi Livezeni — urmînd a se deschide în viitor mina Iscroni.

Această unitate structurală este insuficient cercetată sub aspect tectonic; mai sînt necesare lucrări miniere şi foraje în vederea elucidării unor probleme.

3. *Flancul sud-estic* (E_3) cuprinde zona sudică a cîmpurilor miniere de la Lupeni la Sălătruc, zăcămîntul este slab dezvoltat, stratele de cărbune fiind efilate şi substituite printr-un facies steril argilo-grezos şi relativ faliat [11].

Gradul de cercetare nu este suficient asigurat; sînt necesare lucrări de explorare pentru precizarea perspectivei economice.

Unităţile structurale din zona vestică

1. *Flancul nord-vestic* care cuprinde suprafaţa cîmpurilor miniere Paroşeni—Lupeni, Bărbăteni, Uricani şi Hobiceni, cu dezvoltarea normală a zăcămîntului, flancul fiind frecvent faliat.

Este o unitate de mare importanţă economică, cu huilă cocsificabilă, unde s-au dezvoltat patru exploatări miniere: Paroşeni, Lupeni Bărbăteni, Uricani, în perspectivă fiind deschiderea cîmpului Hobiceni.

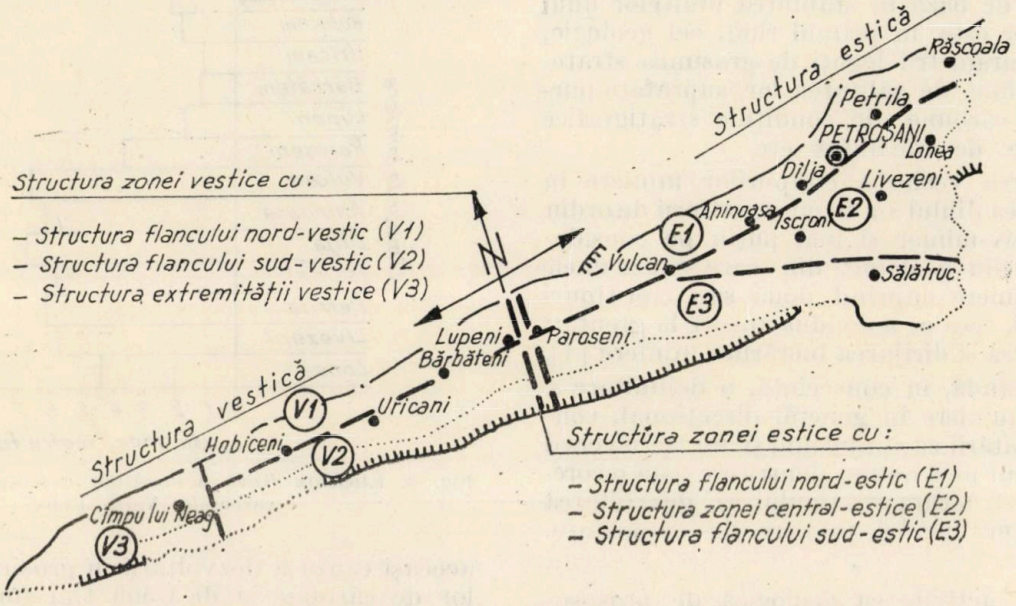


Fig. 1. Unităţile structurale ale bazinului carbonifer Valea Jiului.

Unităţile structurale din zona estică

1. *Flancul nord-estic* (E_1) cuprinde cea mai mare suprafaţă, prezintă cea mai mare dezvoltare a zăcămîntului şi cele mai bune condiţii stratigrafice şi tectonice. Aceste considerente au determinat deschiderea, în această unitate structurală, a patru exploatări miniere din cele 10 existente: Vulcan, Aninoasa, Dîlja şi Petrila.

Cercetarea unității este în cea mai mare parte asigurată; sînt totuși necesare lucrări miniere și foraje de explorare în vederea asigurării gradului de cunoaștere atît structural cît și al rezervelor, deoarece grosimile stratelor de cărbune nu sînt cele reale.

2. *Flancul sud-vestic* cuprinde aceleași cîmpuri miniere de mai sus, însă flancurile lor sudice, unde zăcămîntul este slab dezvoltat, cu stratele efilate și substituite, iar tectonic afectat de falii transversale.

Se apreciază că nivelul de cunoaștere este asigurat, nefiind necesare lucrări de cercetare.

3. *Extremitatea vestică a bazinului* cuprinde zona cîmpului minier, Cîmpu lui Neag, relativ dezvoltat ca zăcămînt, cu o tectonică accentuată.

Se apreciază că este necesară continuarea cercetării prin foraje și lucrări miniere, pentru ridicatea gradului de cunoaștere a rezervelor și a tectonicii acestei zone, precum și pentru delimitarea cărbunilor cocsificabili de cei energetici.

Aceste unități structurale din bazinul Valea Jiului, conturate pe criterii științifice, vor trebui să fie luate în considerare de unitățile de proiectare și cercetare, în vederea dezvoltării pe viitor a lucrărilor miniere de exploatare.

Criteriul de bază în stabilirea limitelor unui cîmp minier este, în primul rînd, cel geologic, respectiv parametrii legați de grosimea stratelor de cărbune, de calitatea lor, suprafața purtătoare de cărbune, de condițiile stratigrafice și tectonice de zăcămînt etc.

Delimitarea veche a cîmpurilor miniere în bazinul Valea Jiului s-a făcut pe criterii de ordin administrativ-minier și mai puțin pe considerente de ordin geologic, din care cauză unele cîmpuri miniere cuprind două sau trei tipuri de structuri, ceea ce a condus uneori la greutăți în proiectarea și dirijarea lucrărilor miniere [4].

Se recomandă, în consecință, o delimitare a cîmpurilor miniere în general direcțional, conform dezvoltării zăcămîntului și nu transversal cum s-a făcut pînă acum, pentru a exista o corelare între structura bazinului și dezvoltarea cîmpurilor cu lucrări miniere de exploatare.

★

Analizînd activitatea geologică de prospecțiune și explorare a bazinului carbonifer Petroșani—Valea Jiului, prin prisma eficienței economice, se observă că în cîmpurile miniere cuprinse în structura E_1 (flancul nord-estic) eficiența economică este mai bună datorită dezvoltării maxime în grosime a stratelor de cărbune și a rețelei mai largi de foraje; în zona vestică a bazinului, structura V_1, unde stratele de cărbune sînt mai reduse în grosime și rețeaua de foraje este mai mică, cheltuielile specifice au fost mai mari (fig. 2) [5].

Eficiența fizică a lucrărilor executate este, de asemenea, diferită între cele două zone (est și vest) ale bazinului (fig. 3).

Astfel, de la media pe bazin de 2 500 t/m forat, s-a ajuns la o creștere aproape dublă în zona de est, respectiv 5 500 t/m forat, din

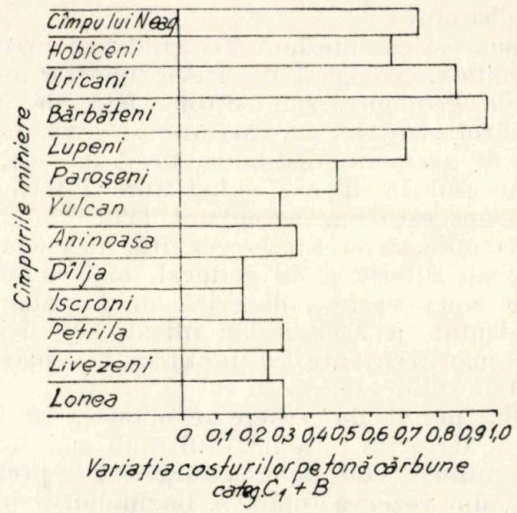


Fig. 2. Eficiența economică relativă a lucrărilor executate în bazinul carbonifer Valea Jiului.

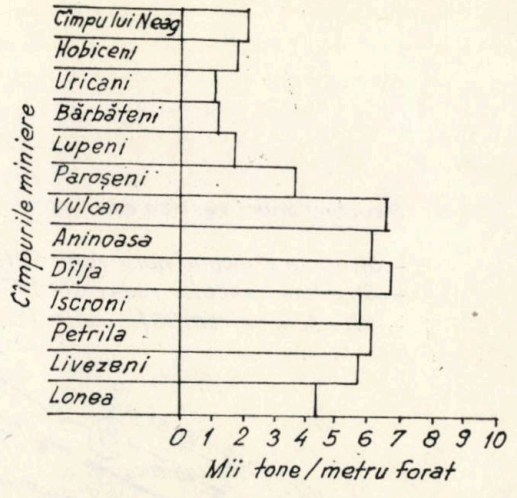


Fig. 3. Eficiența fizică a lucrărilor executate în bazinul carbonifer Valea Jiului.

aceeași cauză a dezvoltării în grosime a stratelor de cărbune și de 1 500 t/m forat în zona vestică a bazinului, unde zăcămîntul este mai slab dezvoltat și metraj executat în volum mare [5].

Un alt indicator, de asemenea important, se referă la productivitatea zăcămîntului, respectiv raportatul între tone cărbune explorat de categoria C_1, pe metru pătrat care variază la fel, mult, de la o structură la alta (fig. 4).

Productivitatea medie a bazinului Valea Jiului este de 18,5 t/m², cu creștere în zona estică a bazinului, în structura E_1, la 27 t/m²,

unde avem dezvoltare maximă a stratelor de cărbune, cu tendință de scădere pînă la 10,5 t/m² în zona vestică a bazinului în structurile de tip V_1, V_2, V_3, unde zăcămîntul este mai slab dezvoltat.

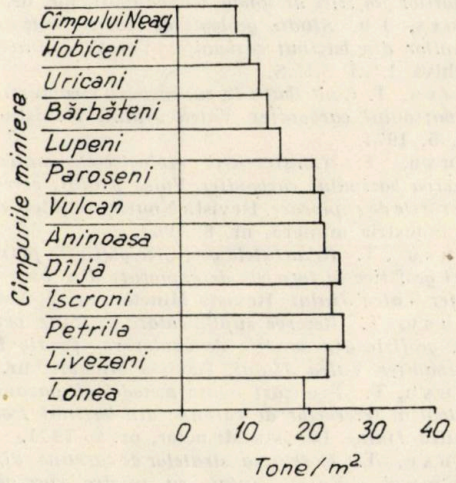


Fig. 4. Productivitatea zăcămîntului cu cărbune din Valea Jiului.

Rezerva de cărbune a bazinului Valea Jiului reprezintă cel mai important indicator economic, deoarece stă la baza elaborării și fundamentării studiilor tehnico-economice de dezvoltare a lucrărilor miniere de exploatare.

Evaluarea volumului rezervelor de cărbune din bazin s-a făcut după următoarele criterii și considerente :

1) cîmpuri miniere, în număr de 15 (după delimitarea C.C.P) ;

2) cărbune cocsificabil și energetic (după însușirile tehnologice) ;

3) grupe de bilanț și în afară de bilanț (după posibilitățile de valorificare) ;

4) categorii de rezerve A, B, C_1, C_2 (după gradul de cercetare) ;

5) blocuri geologice (după criterii geologice, grad de explorare) ;

6) panouri de calcul (după criterii convenționale).

Rezerva cea mai mare de cărbune o dețin cîmpurile miniere din estul bazinului, în special cele cuprinse în structura de tip E_1 —cu circa 52% din rezerva bazinului (cîmpurile miniere Vulcan, Dîlja, Petrila, Iscroni, Livezeni) cu huilă energetică, iar cîmpurile miniere din zona vestică, respectiv cîmpurile din structura de tip V_1, V_3, cuantumul de rezerve cocsificabile este mai redus (cîmpurile Paroșeni, Lupeni, Bărbăteni, Uricani, Hobiceni).

Repartizată stratigrafic, rezerva de cărbune a bazinului se prezintă astfel : figura 5, stratul 3, intervine cu 44% din rezerva totală a celorlalte strate, urmată apoi de stratul 5 cu 14%, stratul 13 cu 8%, restul stratelor de cărbune contribuind fiecare cu cîte 2—3% [5, 8].

După cele două tipuri de cărbune — energetic și cocsificabil — se constată că rezerva din prima categorie reprezintă 60% din rezerva bazinului.

Un volum foarte mare de rezerve intră în grupa în afară de bilanț și care va trebui să fie reanalizată, în vederea repartizării ei măcar în parte, în grupa de bilanț (rezerva stratelor cu grosimi mari și imobilizate în diferiți pilieri de siguranță).

Circa 90% din rezerva de cărbune a bazinului este cercetată la nivel superior și va constitui baza de proiectare a lucrărilor miniere.

Evaluarea rezervelor de cărbune din bazin s-a făcut prin metoda „mediei aritmetice pe blocuri geologice" și a parametrilor de calcul stabiliți real (grosimea, suprafața greutatea volumetrică) [8].

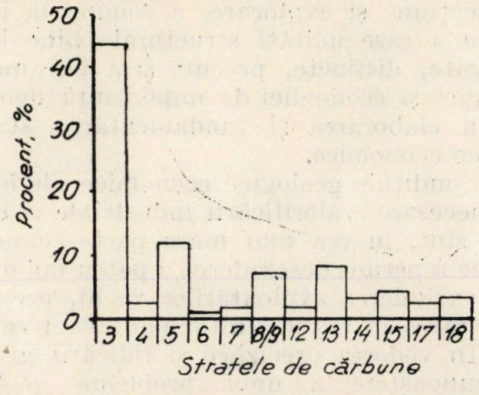


Fig. 5. Rezerva de cărbune a bazinului Valea Jiului, pe strate, de bilanț de categoria A, B, C_1, C_2.

Gradul de asigurare cu rezerve industriale pentru exploatările existente și cele în perspectivă este apreciat (judecînd după condițiile și capacitățile actuale de producție) pentru circa 80—90 ani [5, 8].

Din analiza parametrilor geologici de mai sus, sub aspectul gradului de confirmare a acestor date de lucrările miniere, se constată insuficiența cercetărilor prin lucrările de foraje, în anumite zone.

Astfel, tectonica zăcămîntului este apreciată insuficient cunoscută în următoarele zone din structurile : E_2, zona perianticlinalului Livezeni — Lonea — Iscroni ; E_3, sinclinalul Sălătruc, flancul nordic și structura V_3, Cîmpul lui Neag, zone unde se impun lucrări de cercetare minieră și foraje, în vederea ridicării gradului de cunoaștere din punct de vedere structural.

Grosimea stratelor de cărbune este un parametru geologic de asemenea insuficient cercetat prin lucrările de foraje în cîmpurile miniere Bărbăteni, Uricani, Livezeni, Paroșeni etc.

La majoritatea forajelor vechi executate în aceste cîmpuri miniere grosimea stratelor de cărbune nu este redată corect, din cauze tehnice, respectiv a recuperajului slab în carotajul mecanic de 64%, fără măsurători geofizice și de deviere orientată.

Această situație a dus la pierderea unor strate de cărbune sau a unor părți din acestea. Faptul a fost confirmat, de altfel, și de producția supraunitară a unor exploatări miniere, față de rezerva confirmată.

Pentru creșterea gradului de cunoaștere a condițiilor geologice de zăcămînt, stratigrafice și tectonice, cît și a grosimilor din bazin, s-a elaborat un proiect-cadru de continuare a lucrărilor de cercetare geologică prin lucrări de foraje și miniere.

Concluzii și propuneri

1. Activitatea geologică de cercetare a bazinului carbonifer Valea Jiului, prin lucrări de prospecțiune și explorare, a condus la identificarea a șase unități structurale bine individualizate, distincte, precum și a parametrilor geologici și economici de importanță deosebită pentru elaborarea și fundamentarea studiilor tehnico-economice.

2. Condițiile geologice economice ale bizanului, necesare valorificării industriale a cărbunelui sînt, în cea mai mare parte, cunoscute fapt ce a permis deschiderea a patru noi exploatări, extinderea exploatărilor vechi, precum și proiectarea în viitor a altor noi obiective.

4. În vederea precizării și ridicării gradului de cunoaștere a unor probleme geologice-economice nelămurite încă în anumite zone, se propune continuarea cercetării prin foraje și lucrări miniere; se apreciază că aceste lucrări reprezintă aproximativ 10% din valoarea lucrărilor executate pînă în prezent.

BIBLIOGRAFIE

[1] ***Studii geologice de sinteză asupra celor 15 cîmpuri miniere din bazinul Petroșani, elaborate de I.P.L., conformate de C.R.R.G. Arhiva I.G.P.S.M.S.

[2] Bacîru, P. *Contribuții la corelarea stratelor de cărbune din bazinul carbonifer Valea Jiului pe baza măsurătorilor geofizice de sondă.* Revista Minelor, nr. 10, 1962.

[3] Borș, Th. *Studiu geologic de sinteză asupra prospecțiunilor din bazinul carbonifer Valea Jiului-Petroșani* Arhiva I.G.P.S.M.S.

[4] Rusu, T. *Contribuții la cunoașterea structurii geologice a bazinului carbonifer Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 5, 1974.

[5] Rusu, T. *Considerații geologice-economice privind rezerva bazinului carbonifer Valea Jiului, cercetate prin lucrările de explorare.* Revista Noutăți tehnico-economice în industria minieră, nr. 8, 1967.

[6] Rusu, T. *Rezultatele geologice obținute prin măsurători geofizice la forajele de explorare din bazinul carbonifer Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 2, 1960.

[7] Rusu, T. *Rezerve suplimentare obținute prin carotajul geofizic din sondele de explorare, forate în bazinul carbonifer Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 2, 1965.

[8] Rusu, T. *Precizări aduse metodei și parametrilor de calcul al rezervelor de cărbune din bazinul Petroșani — Valea Jiului.* Revista Mi nelor, nr. 9, 1971.

[9] Rusu, T. *Corelarea stratelor de cărbune din bazinul Petroșani — Valea Jiului, cu privire specială asupra zonei vestice.* Revista Minelor, nr, 12, 1971.

[10] Rusu, T. și Voronca, Al. *Orientarea polară a carotelor.* Revista Minelor, nr. 9, 1965.

[11] Rusu, T. *Considerații geologice privind zonele de substituire facială a stratelor de cărbune din bazinul carbonifer Petroșani — Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 5, 1965.

[12] Rusu, T. *Interpretarea deviațiilor orientate în sondele de explorare din bazinul carbonifer Petroșani — Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 7, 1962.

[13] Rusu, T. și Bacîru, P. *Considerații geologice privind tăria rocilor din bazinul carbonifer Valea Jiului* Revista Minelor, nr. 4, 1967.

[14] Rusu, T. *Gazul metan din bazinul carbonifer Valea Jiului. cercetat prin lucrările de explorare.* Revista Minelor, nr. 7, 1967.

[15] Rusu, T. *Bazinul carbonifer Petroșani — după două decenii de explorare.* Revista Minelor, nr. 5, 1972.

[16] Rusu, T. *Gradul de confirmare a datelor de explorare, prin lucrări miniere executate în carbonifer Valea Jiului.* Revista Minelor, nr. 3, 1973.

Ing. **Ligia Stoica** şi
ing. **Lucia Ortelecan**

Posibilităţi de recuperare a cuprului din apele reziduale ale instalaţiilor miniere

Apele reziduale ale minelor de minereuri feroase şi neferoase, precum şi ale uzinelor de preparare conţin, în afară de particule în suspensie, substanţe dizolvate de natură organică şi anorganică, îndeosebi ioni metalici, în cantităţi ce uneori depăşesc normele în vigoare.

Epurarea apelor constituie încă o preocupare a cercetătorilor întrucît, odată cu reducerea impurificării, se impune şi o valorificare a substanţelor dizolvate pe care le conţin.

Rezultate promiţătoare din punctul de vedere al eficienţei economice, simplităţii şi accesibilităţii în cadrul unităţilor miniere se obţin prin flotaţia ionilor şi precipitatelor, variante ale unei tehnici noi de separare a substanţelor dizolvate [1, 2].

Procesul de flotaţie constă în faptul că particulele dispersiilor apoase, care au o suprafaţă suficient de hidrofobă, sînt capabile să adere la bule de gaz. Particulele ce nu prezintă această propietate rămîn în volumul dispersiei. Deosebiri indispensabile pentru separarea particulelor se pot crea artificial, cu reactivi speciali: colectori, regulatori, iar stabilitatea bulelor se asigură de către spumanţi.

Flotaţia ionilor şi moleculelor (sisteme omogene) este apropiată, ca mecanism, de flotaţia precipitatelor (sistem heterogen) şi poate fi privită ca un caz particular al acesteia [3].

Cercetări anterioare [4, 5] au arătat posibilitatea îndepărtării din ape a Cu (II), urmată de recuperare, prin flotaţie ionică.

Întrucît acest element este prezent în unele ape de mină şi în ape provenite de la uzinele de preparare, în cantităţi ce merită a fi recuperate (cca 4—42 mg/l) şi luînd în considerare pierderile ce se produc prin deversarea apelor în emisar (cca 9 702 kg Cu anual la un conţinut de 42 mg Cu/l sau circa 4 620 kg Cu anual la un conţinut de 20 mg Cu/l apă*) ne-am propus să studiem condiţiile de recuperare a cuprului prin flotaţia mixtă a speciilor solubile şi a precipitatului de Cu $(OH)_2$, utilizînd reactivi colectori din clasa aminelor grase, alchilsulfaţilor şi acizilor graşi şi ca regulator de *p*H — NaOH.

Alegerea acestei variante este justificată de avantajele pe care le prezintă flotaţia mixtă, comparativ cu flotaţia ionică, privind consumul de colector, timpul de flotaţie şi extracţia în metal.

NaOH cu care s-a realizat reglarea *p*H-ului are şi rolul de a precipita Cu $(OH)_2$ (precipitat albastru-verzui) la $pH > 5$.

*) Pentru estimarea pierderilor în cupru s-a considerat debitul apei evacuate la 700 m^3/24 h.

Domeniul de concentraţii studiat 2—60 mg Cu/l.

Instalaţia cu care s-a lucrat, prezentată într-o lucrare anterioară [2], are ca celulă de flotaţie o pîlnie Buchner tip G_4 cu capacitate 0,8 l; *p*H-ul s-a determinat cu *p*H-metru MV—11.

Conţinutul în Cu (II) al soluţiilor, înainte şi după flotaţie, s-a determinat spectrofotometric, cu dietilditiocarbomat de sodiu, folosind spectrofotometrul VSU-1 la lungimea de undă de 435 nm.

Reactivii colectori studiaţi: stearilamină (S.A.), laurilsulfat de sodiu (NaLS) şi acid stearic (A.S.).

Ca spumant s-a folosit etanol absolut, în cazul primilor doi colectori, şi izopropanol, în cazul acidului stearic.

Pentru fiecare din colectori s-a urmărit:

1) determinarea *p*H-ului optim;
2) influenţa concentraţiei colectorului C_c prin raportul $C_c : C_s$;
3) influenţa concentraţiei soluţiei C_s;
4) influenţa debitului de gaz.

Domeniul de *p*H studiat a fost 6—9, menţinînd constantă concentraţia Cu (II) (20 mg/l), concentraţia colectorului ($C_c : C_s = 1$ pentru primii doi colectori, respectiv $C_c : C_s = 2$ pentru ultimul colectiv) şi debitul de gaz (0,82 l/h).

Rezultatele obţinute în cazul celor trei colectori, urmărind extracţia în metal *m*, % în timp, arată posibilitatea folosirii, atît a colectorilor cationici, cît şi a celor anionici, cu extracţii cuprinse între 90 şi 100 % pentru stearilamina şi laurilsuflat de sodiu la *pH* 7—9 şi la un timp de flotaţie de 2—5 min şi extracţii cuprinse între 75 şi 85 % la *p*H 8—9, în cazul acidului stearic la acelaşi timp de flotaţie (fig. 1*a*, *b* şi *c*).

S-au observat modificări mici ale extracţiei în metal la timpul de flotaţie 5—15 min, ceea ce ne-a permis să afirmăm că timpul optim de flotaţie este 2—5 min, dar nu trebuie să depăşească 10 min, deoarece începe procesul de distrugere a spumei cu redispersarea în volumul lichidului.

Pentru stabilirea consumului de colector s-a urmărit domeniul optim de *p*H al celor trei reactivi colectori (8—9,5). Rezultatele pentru $pH = 9{,}5$ privind raportul colector: coligend ($C_c : C_s$), care conduc la extracţia maximă (100 %), sînt pentru valorile $C_c : C_s = 1$ în cazul primilor doi şi $C_c : C_s = 2$, pentru al treilea colector.

Micşorînd valoarea acestui raport pînă la 0,06, respectiv 0,1; 0,2, extracţiile nu scad cu mai mult de 15 % la timpul de flotaţie de

5 min, deoarece fasciculul de curbe se întinde pe un domeniu 85—100% sau 65—80% în cele trei cazuri (fig. 2*a*, *b* și *c*).

Întrucît precipitatul unui metal tranziţional poate avea în structură, atît centre de sarcină negativă, cît și pozitivă, se pot folosi colectori cationici și anionici ($R - NH_2$, RSO_3Na, RCOOH unde R = lanţ hidrocarbonat cu numărul atomilor de $C = 12 - 16$). În continuare, s-a studiat extracţia maximă pentru concentraţii de Cu (II) în domeniul 2 — 60 mg/l.

Rezultatele obţinute arată, pentru domeniul studiat, extracţii cuprinse între 90 și 100% pentru stearil amină și lauril sulfat de sodiu, și 85 și 95% pentru acid stearic, cu observaţia

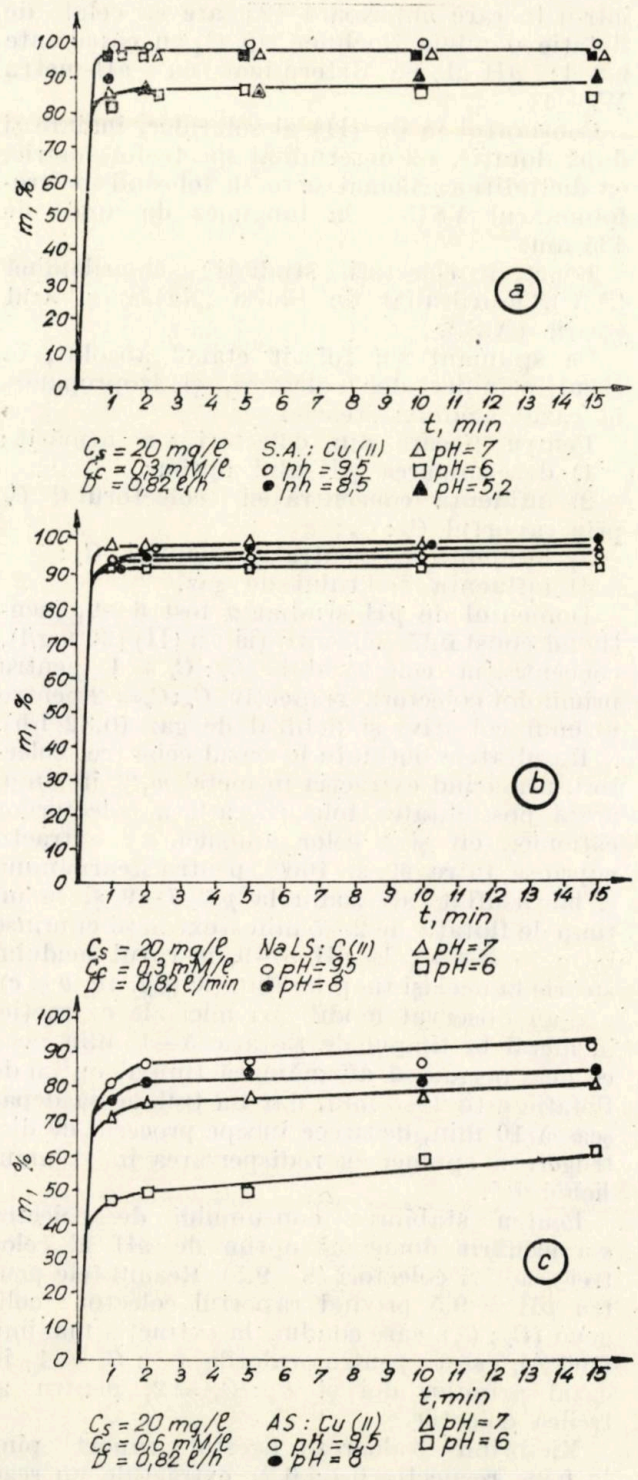


Fig. 1. Stabilirea *p*H-ului optim,

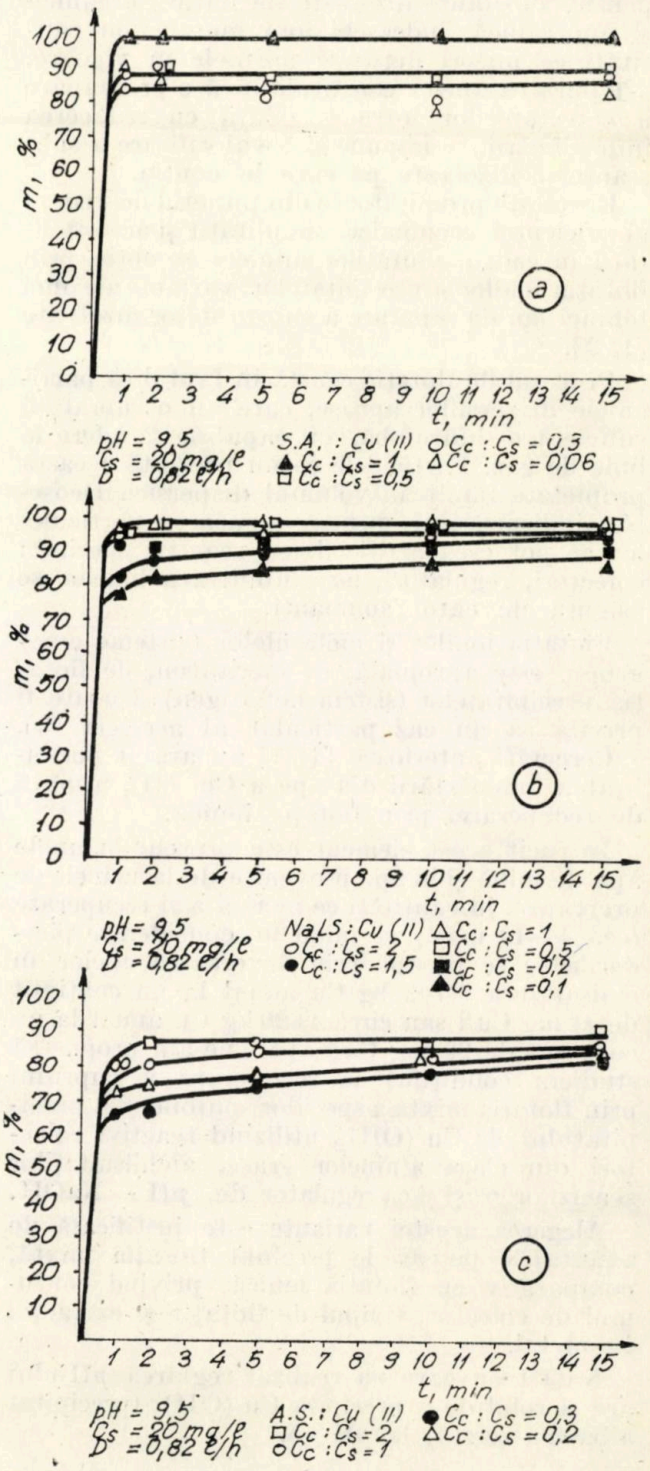


Fig. 2. Stabilirea raportului $C_c : C_s$

că în cazul ultimului reactiv se obţin extracţii maxime la conţinuturi mai ridicate în cupru (40—60 mg/l).

Domeniul de concentraţie situat sub 20 mg/l se caracterizează printr-o extracţie mai mică în metal (≈80 %) la un timp de flotaţie crescut (≈ 10 min) (fig. 3*a*, *b* şi *c*).

Creşterea timpului de flotaţie poate avea drept cauză extragerea Cu (II) prin mecanismul

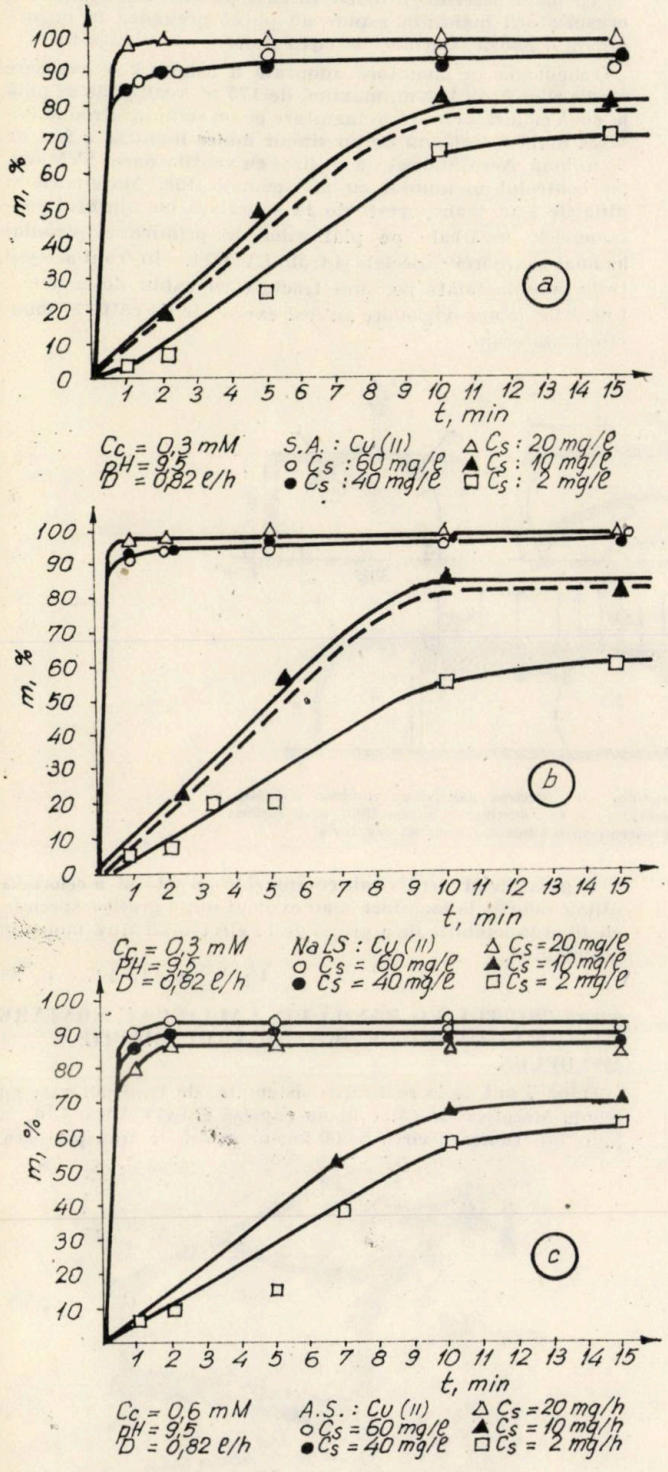


Fig. 3. Extracţia în metal la diferite concentraţii ale soluţiei.

flotaţiei ionice căreia, spre deosebire de flotaţia precipitatelor, îi este caracteristic un timp de flotaţie mai lung. O altă cauză ar fi probabil folosirea unui alt raport $C_c : C_s$.

Flotaţia ionilor şi precipitatelor sînt procese care au loc la debite mici ale gazului folosit pentru formarea bulelor, deoarece debitele mari conduc la o redispersie a particulelor în masa lichidului şi la o reducere a timpului în care se realizează fixarea complexului insolubil colector-coligend la suprafaţa bulelor.

Rezultatele obţinute, în cazul folosirii aerului ca gaz pentru formarea bulelor, indică o influenţă a debitului asupra extracţiei maxime numai în cazul stearilaminei, pentru care debitul optim este de 0,82 l/h, în timp ce pentru ceilalţi doi reactivi colectori se poate utiliza un debit cuprins între 0,6 şi 1,14 l/h, cu aceeaşi extracţie în metal. Se menţionează că valoarea debitului de gaz este influenţată şi de dimensiunile celulei de flotaţie.

Din cele prezentate rezultă că este posibilă extragerea Cu (II) din soluţii folosind procedeul flotaţiei mixte a ionilor şi precipitatelor. Avantajele pe care le prezintă această variantă, comparativ cu flotaţia ionică, privesc consumul de colector şi timpul de flotaţie care asigură o viteză mare a procesului.

Încercările efectuate de valorificare a spumei de flotaţie au arătat posibilitatea transformării acesteia în CuO.

La condiţiile de flotaţie stabilite s-a supus experimentării şi o probă de apă de la Uzina de preparare Baia Sprie cu un conţinut în Cu (II) de 5,3 mg/l. Extracţia maximă a fost 80 % în timp de 10 min în concordanţă cu rezultatele obţinute pe soluţiile sintetice (curbele punctate fig. 3*a* şi *b*).

CONCLUZII

Rezultatele obţinute pe soluţii sintetice şi confirmarea lor pe proba de apă reziduală creează premise de aplicabilitate a flotaţiei mixte pentru recuperarea cuprului din ape de mină sau preparaţii.

Simplitatea metodei şi posibilitatea folosirii unor cantităţi de colector mai mici decît cele optime, care asigură extracţii mai mari de 80 %, diminuează cheltuielile necesare şi creează unele avantaje economice. Aceste concluzii trebuie avute în vedere pentru aprofundarea cercetărilor în acest domeniu.

BIBLIOGRAFIE

[1] Lemlich, R. *Addsorbtive dubble separation technique.* 1972.

[2] Stoica, Ligia *Flotaţia ionică — metodă şi posibilităţi de aplicare în chimia analitică.* Buletinul ştiinţific al Institutului de Mine, Petroşani, Vol. VIII, 1972.

[3] Mahne, E. J. şi Pinfold, T. A. Chemistry and Industry, 23. 1967.

[4] Jude, E. Revista Minelor, nr. 2, 1971.

[5] Sebba, F. *Ion flotation.* 1962.

ŞTIRI

3526 – GALERIE PRINCIPALĂ ÎN CĂRBUNE SĂPATĂ CU COMBINA K 56 MG ÎN 25 ZILE

În U.R.S.S. a fost realizat în ultimul timp un nou record de înaintare rapidă la o mină de cărbune din cadrul combinatului Iujkuzbassugoli. Folosind combina K-56 MG adaptată transportului hidraulic cu conductă de diametru 146 mm, lucrîndu-se în galerii de pregătire a unui abataj frontal, cu susţinere ancorată, pe baza unui grafic de lucru pe trei schimburi a fost organizată activitatea unei brigăzi complexe formată din 56 oameni, care a realizat 3526 m în 25 zile.

Galeriile cu un profil de 7,2 m² au străbătut strate orizontale cu grosimea de 2,3—2,5 m, formate din 2—3 pachete de cărbune cu intercalaţii de şisturi sericitice cu grosimea de 0,03—0,15 m. Coeficientul de tărie a cărbunelui este 1,5. Stratul are un acoperiş fals cu grosimea de 0,25 m. Acoperişul şi vatra sînt constituite din şisturi sericitice cu stabilitate medie ($f=6$). Stratul prezintă pericol de gaze şi praf de cărbune.

Susţinerea s-a realizat cu o grindă curbată din profil U 10 fixată la acoperiş cu 3 ancore metalice cu pană tip SK-1 şi plasă metalică. Ancorele aveau lungimea de 1,4—1,5 m distanţă între rînduri 1 m, iar forţa de pretensionare de peste 3 tf. Frontul putea avansa fără susţinerea galeriei pe o distanţă de cel mult 20 m. Plasa metalică se monta în fişii suprapuse la margine pe o lăţime de 20 cm. Acolo unde nu era necesară montarea grinzilor, plasa metalică se fixa de ancore cu segmente din profil U 10 cu lungimea de 30 cm.

Pentru realizarea lucrărilor de înaintare brigada complexă formată din 56 oameni a fost împărţită în patru grupe, din care trei grupe au fost însărcinate numai cu înaintarea (circa 11 oameni în fiecare grupă) şi una pentru susţinerea intersecţiilor montarea conductelor şi lucrării auxiliare. Grupa de înaintare s-a împărţit în două : o subgrupă de 6 oameni la executarea galeriei de transport (frontul I) altă subgrupă de 5 oameni, la executarea galeriei de refugiu (frontul II).

În frontul I după controlul acestuia, a susţinerii şi utilajelor se deschide robinetul de apă şi combina începe tăierea cărbunelui. În acest timp doi mineri perforează găurile pentru ancore, iar alţi doi mineri aduc conductele de apă şi elementele de susţinere, după care toţi patru montează ancorele. Al 6-lea miner supraveghează cablurile, furtunurile, evacuarea pulpei, perforează găurile pentru cîrligele de fixare a brăţărilor pentru cabluri şi tuburi de aeraj, supraveghează împreună cu mecanicul combinei menţinerea direcţiei cu aparatul Maiak 2 sau LUN—1 (laser). În frontul II mecanicul combinei împreună cu doi mineri prelungesc conducta de apă (tandem), după ce împreună cu electricianul de serviciu, în prealabil, efectuaseră revizia combinei, înlocuirea ţăişurilor şi alte mici reparaţii. La începutul schimbului doi mineri perforează găurile pentru ancore, apoi li se alătură ceilalţi doi mineri în vederea montării ancorelor. După executarea unei avansări de 15 m, în primul front, se deschide robinetul de apă şi în al doilea front.

În frontul I, mecanicul combinei cu doi mineri ajută electricianului de serviciu să transfere traductorul debitului de aer AKV şi să îmbine tuburile de aeraj de 600 mm. După cuplarea curentului electric cei doi mineri execută perforarea găurilor, iar alţi doi mineri montează susţinerea la terminarea înaintării de 15 m cu combina în frontul II, se deschide apa din nou în frontul I şi ciclul se repetă. De remarcat este faptul că cu toată activitatea foarte intensă pe cele trei schimburi, organizatorii înaintării rapide au putut prevedea în organigramă o pauză continuă de circa 3 ore.

Tehnologia de înaintare adoptată a asigurat o avansare medie zilnică de 141 m, maximă de 175 m, realizîndu-se pînă la două cicluri a cîte 15 m înaintare pe un schimb. Productivitatea muncii realizată de un singur miner înaintaş a fost de 63 m/lună. Aerajul local s-a realizat cu ventilatoare SVM-6m, iar controlul metanului cu un semnalizator. Materialele şi utilajele s-au transportat de la suprafaţă cu ajutorul containerelor, încărcate pe platforma de primire a planului înclinat cu „bărci" speciale şi trolii LVD-24. În front aceleaşi trolii erau instalate pe sănii tractate cu cablu de combină. Lucrările de aprovizionare au fost executate de către 27 muncitori subterani.

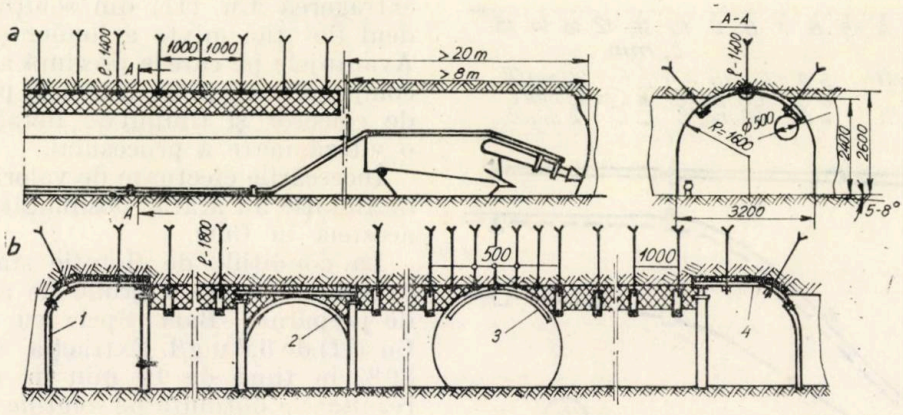


Fig. 1. Schema săpării şi susţinerii galeriei şi a intersecţiilor ; *a* – săparea galeriei cu combina *K*-56MG şi transportul hidraulic al cărbunelui ; *b* – susţinerea intersecţiilor ; 1, 4 – susţinerea intersecţiilor plan înclinat—galerie ; 2,3 – susţinerea intersecţiei cu suitoarea pentru alimentarea pulpei în galeria.

Reparaţiile preventive ale combinei K-56 MG şi a celorlalte utilaje folosite la înaintare s-au execuat după grafice speciale, ele fiind îndeplinite de o grupă de 17 electro-lăcătuşi numai în schimbul I.

Ugoli, nr. 1, 1975, p. 30

TRANSPORTUL CU BANDĂ DIN CAUCIUC CU MONTARE RAPIDĂ ŞI UNGHI DE JGHEAB VARIABIL TIP MECOFLEX

După 7 ani de la realizarea sistemului de transportoare cu bandă Mecoflex de către firma engleză Dowty Meco Ltd, în lume funcţionează circa 5 000 km de astfel de transportoare.

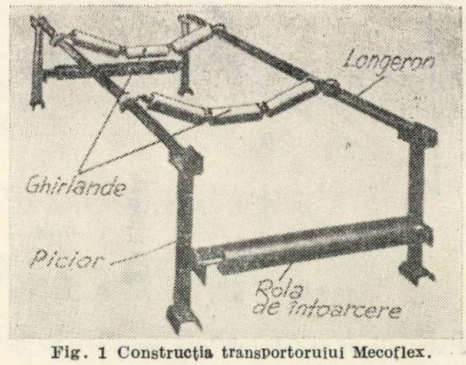


Fig. 1 Construcţia transportorului Mecoflex.

Sistemul se caracterizează prin noul gen de îmbinare „twistlock" (rotire cu bolț) a longeroanelor purtătoare, de profil pătrat, cu picioarele de sprijin, care permit montarea și demontarea întregii construcții numai cu ciocanul. La montare nu se cere nici un fel de instalație de ridicate, deoarece cel mai greu element al acestei construcții (pentru lățimea benzii de 660 mm) nu cîntărește mai mult de 15 kg. Stîlpii de sprijin se montează la intervale de 3 m. Nu există nici un element de montare izolat, toate elementele de legătură fiind încorporate în elementele principale, care sînt de patru tipuri : ghirlandele cu role, longeroanele purtătoare, picioarele de sprijin și rolele de întoarcere (fig. 1).

Capetele loneroanelor purtătoare cu lungimea de 3 m se așază într-un locaș alungit sudat pe stîlpi (fig. 2A) după care se rotesc cu 90° (fig. 2B), iar cu un ciocan se lovește bolțul de fixare (fig. 2) ; acest sistem de fixare permite o bună centrare a

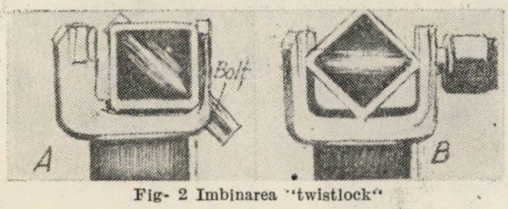


Fig. 2 Imbinarea "twistlock"

transportorului. Ghirlanda cu role se montează la urmă în locașuri prevăzute pe longeronul purtător. Rola de întoarcere se așază la partea inferioară a picioarelor. Timpul de montare cu doi oameni pentru 100 m transportor, fără mijloace de ridicare dar inclusiv ajustările, durează numai o oră. Demontarea ulterioară și reamplasarea transportorului nu constituie nici ea o problemă.

Instalația de transport Mecoflex poate fi livrată pentru lățimi de bandă de la 650 pînă la 1 200 mm. Ea poate fi montată pe o rampă cu înclinarea de 18° cu sarcină în amonte și pînă la 27° cu sarcina în aval. Eclisele de ghidare împiedică oscilarea ghirlandei în direcția de mișcare a benzii.

Fig. 3 Rolă cu arc spiral.

Ghirlanda cu role Mecoflex posedă un caracter constructiv deosebit datorită căruia unghiul de jgheab poate varia. Unghiul de albie maxim de 35° oferă o capacitate de transport optimă, în timp de unghiul de jghiab de mers în gol de circa 22° are ca urmare o aliniere foarte bună a benzii.

În acest scop suspendarea ghirlandei se realizează printr-un arc spiral încorporat în mantaua rolei (fig. 3). Rolele sînt legate între ele prin bolțuri astfel că fiecare rolă poate fi înlocuită. Prin aceste puncte de legătură se asigură și o flexibilitate laterală a ghirlandei, care elimină în mare măsură o smulgere laterală a benzii și eventuala vărsare a materialului transportat. Prin suspendarea ghirlandei toate șocurile produse de bucățile mari de material sînt atenuate, rezultînd o menajare a benzii și a lagărelor din role. La aceasta contribuie și faptul că rolele sînt echipate cu lagăre cu bile produse de firma suedeză SKF după standardul DIN 615-705, cu bile mari (capacitate de încărcare dinamică sporită), prinse într-o colivie din material plastic, ceea ce reduce considerabil rezistența de frecare dintre bilă și colivie chiar în prezența corpurilor străine. În acest fel a fost posibilă atingerea unui timp de funcționare de 10 ori mai mare decît cel înregistrat de lagărele cu bile clasice. Diametrul mantalei rolei pentru benzile cu lățime de 650 și 800 mm este de 102 mm, iar pentru lățimi de 1 000 și 1 200 mm este de 127 mm.

Instalația de transport Mecoflex poate fi de tip închis protejat în orice instalație sau stație de întoarcere.

IMPORTANȚA MINEREULUI SĂRAC DE CUPRU DE LA BOUGAINVILLE

În ultimii zece ani prin descoperirea centurii de cupru, de pe liziera occidentală a Oceanului Pacific, producția de cupru din Australia, Indonezia. Papua-Noua Guinee și Filipine a crescut considerabil. Cele mai mari progrese în această direcție s-au înregistrat datorită punerii în exploatare a zăcămîntului de cupru porfiric de la Paguna din insula Bougainville, descoperit în 1964. Cu toate dificultățile existente : distanță mare pînă la mină, teren dificil, abundența ploilor și cutremurelor, mina a intrat în producție industrială în anul 1972.

Zăcămîntul este situat la altitudinea de 600—800 m ; explorările s-au efectuat cu elicopterul și ulterior s-a construit o șosea modernă pînă la portul Anewa Bay (25 km). Rezervele sînt evaluate la 900 mil. tone, cu un conținut mediu de 0,48 % Cu și 0,55 g/t Au. Datorită conținuturilor scăzute este necesară o producție mare pentru a se ajunge la un rezultat economic satisfăcător. Instalația de concentrare a minereului a fost prevăzută pentru o producție de 90 000 t minereu pe zi și lucrează fără întrerupere 7 zile pe săptămînă. Minereul se exploatează la zi, producția totală (minereu preparabil și minereu care se consideră steril) fiind 160 000 t/zi. Pentru realizarea acestei producții se folosesc 5 sondeze pentru găuri de 250 mm, șase încărcătoare electrice cu cupa de 13 m^3 și 22 camioane basculante de 90 t.

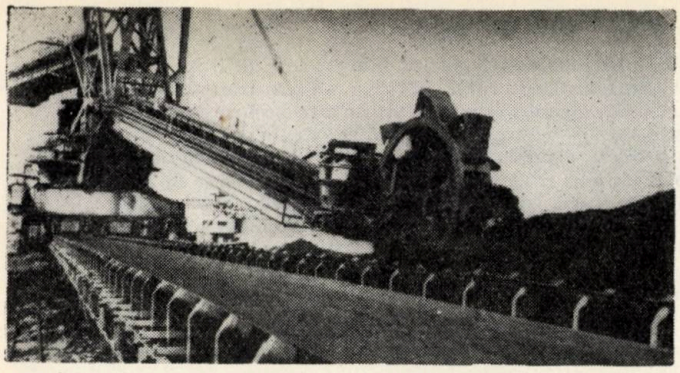
Sfărîmarea primară a minereului se face în două concasoare giratorii cu dimensiunile 1 372×1 880 mm. Urmează apoi un circuit secundar (deschis) și circuitul terțiar (închis) de concasare și ciuruire, prevăzute cu 7, respectiv 14 concasoare de 2 314 mm și ciuruiri de 2,4×6 m.

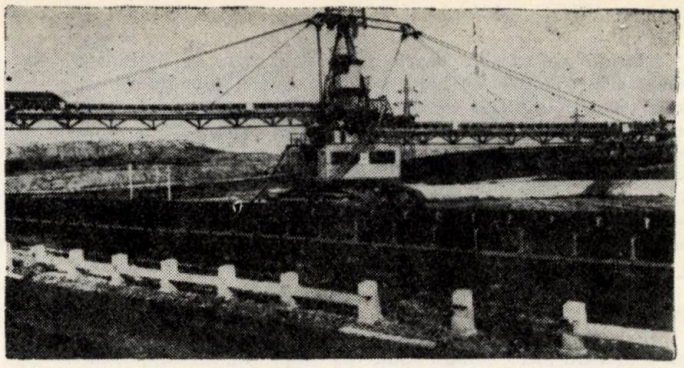
Minereul mărunt este măcinat în nouă mori cu bile cu preaplin de 5,5×6,4 m, fiecare moară fiind acționată de un motor electric de 3 170 kW. Capacitatea totală a instalației de flotație este 2 164 m^3. Materialul este flotat de mai multe ori, concentratele sînt măcinate și din nou trecute prin celulele de flotație, după care se face spălarea și uscarea în cicloane. Un îngroșător cu diametrul de 64 m este folosit pentru mărirea densității tulburelii.

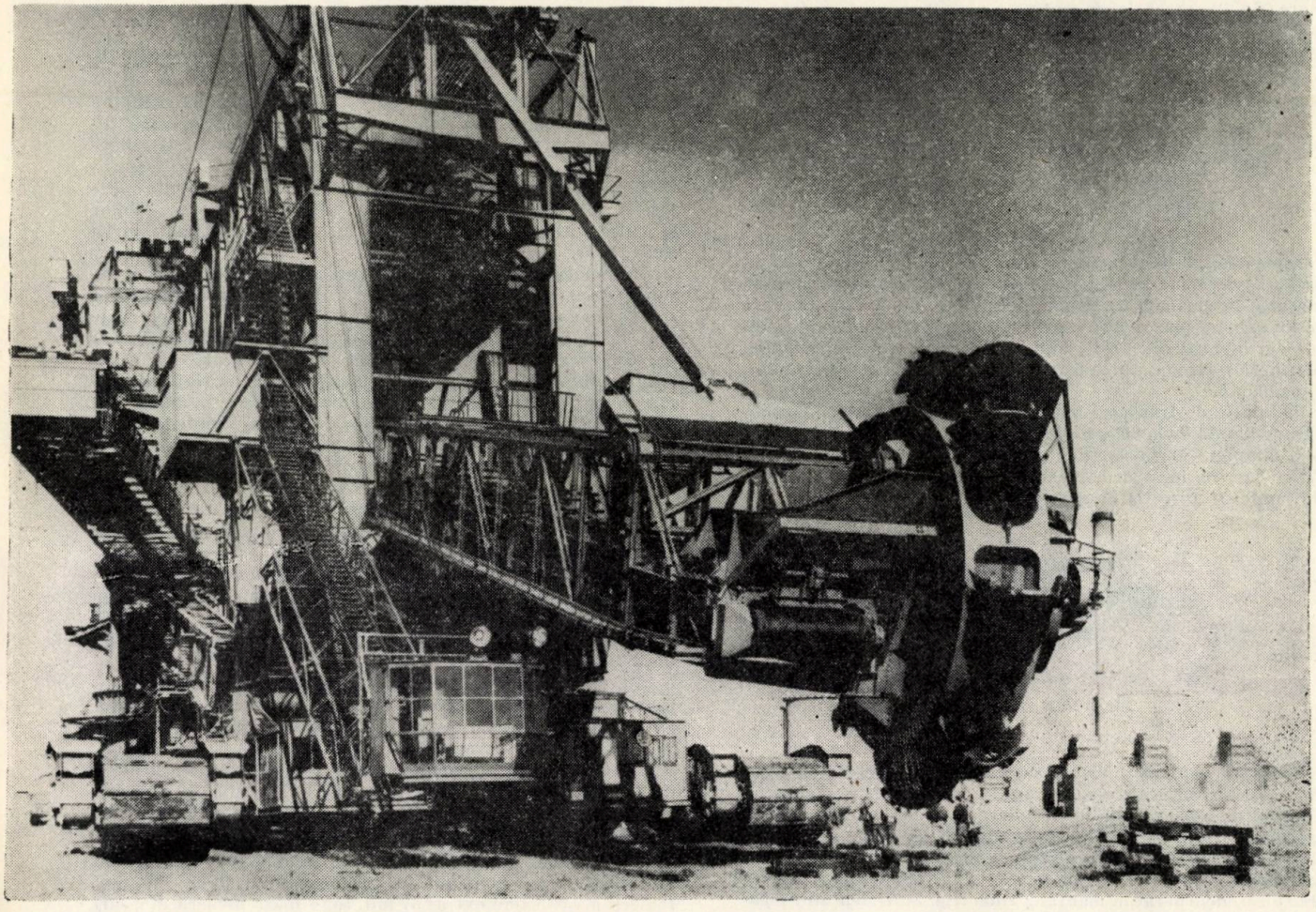
Concentratele au în final 28 % Cu. În anul 1973 s-au produs 182 890 t cupru conținut în concentrate și 20 588 kg aur. Pentru aceasta s-au extras 57 mil. tone masă minieră din care numai 29 mil. tone a fost minereu preparabil supus concentrării. S-a exportat 637 652 t concentrate (fără umiditate) care conțineau 179 541 t Cu, 19 737 kg Au și 42 258 Ag.

Societatea care exploatează acest minereu folosește în total 4 000 salariați, din care 415 sînt băștinași.

Industrie Minerale nr. 2, 1975







50% din cărbunele brun produs în întreaga lume se extrage cu utilaje realizate în R. D. Germană

Proiectăm, construim, punem în funcţiune şi întreţinem agregate destinate exploatărilor la zi din industria cărbunelui, pentru extragerea celorlalte substanţe minerale, pentru exploatarea la zi a minereurilor, precum şi pentru industria de materiale de construcţii şi marea industrie de produse refractare. Cu ajutorul serIIlor noastre de modele se pot realiza, potrivit metodei de exploatare respective, orice capacităţi de producţie şi toate combinaţiile de utilaje. Numai în U.R.S.S. au fost echipate 14 exploatări la zi cu utilajele noastre. În întreaga lume, numărul total de exploatări ecnipate cu aceste utilaje se ridică la 119.

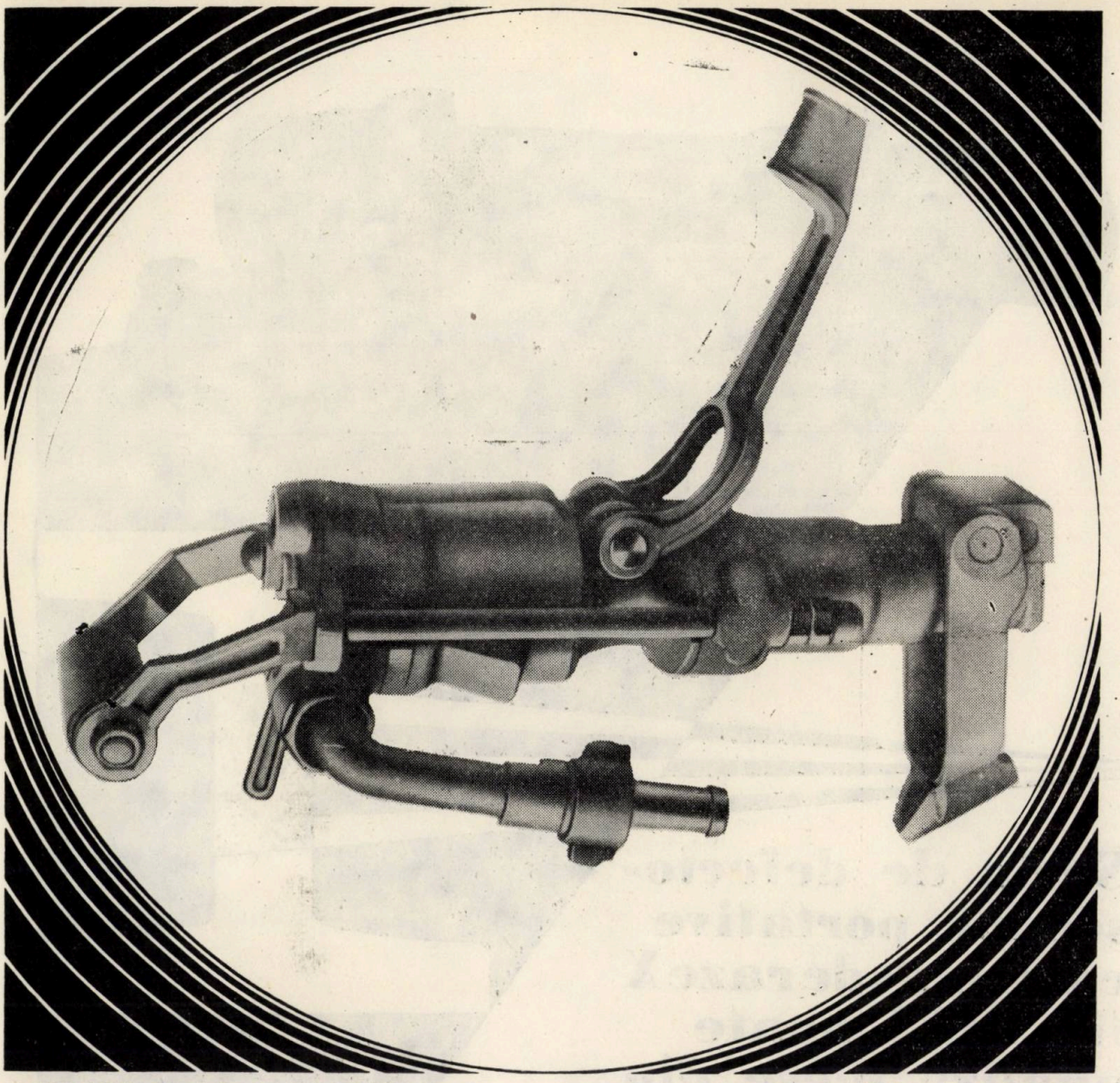
Informaţii:

Secţia comercială a Ambasadei R.D G. în R.S.R.
TKB Maschinen – Export
Bucureşti
str. Dorobanţilor 14

Participăm la Tîrgul de Toamnă din Leipzig de la 31 august la 7 septembrie 1975

TA KRAF

MASCHINEN•EXPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 108 BERLIN · MOHRENSTRASSE 53-54



PERFORATOARE MANUALE STANDARD

- pentru perforarea găurilor în roci de orice duritate din fronturile lucrărilor subterane orizontale, înclinate sau verticale, a abatajelor de minereuri, exploatarea carierelor de piatră și construcția de drumuri;
- acționate cu instalații pneumatice sau alte sisteme;
- dotate cu amortizoare contra vibrațiilor și antifon;
- modele exportate: PR-201, PR-251, PR-30;
- 80% din piesele celor trei modele sînt standardizate.

PERFORATOARE CU SUPORT TELESCOPIC

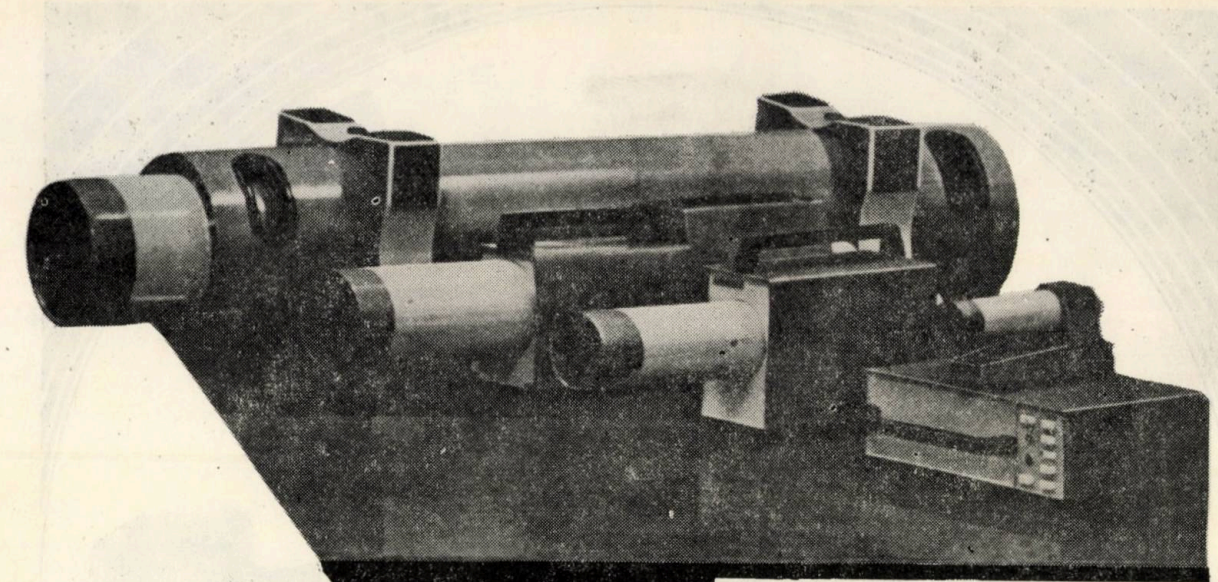
- pentru perforarea găurilor în lucrări subterane orinzontale, înclinate și verticale, ca și pentru abataje;
- avansare automată a perforatorului în front ceea ce mărește viteza de perforare;
- modele exportate: PT-29 m, PT-36 m, PT-45 Kt.

Pentru orice informații adresați-vă la

PUBLICOM

V/O MACHINOEXPORT

147-15-42 SSSR MOSKVA 117330 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT 7207



Seria de defectoscoape portative cu impuls de raze X tip RINA poate analiza piese din oţel cu grosimea de 80 mm

— servesc pentru radiodefectoscopia pieselor şi mecanismelor în mişcare greu accesibile

— asigură o imagine de calitate într-un interval de timp relativ scurt.

Defectoscoapele RINA nu au rival în laboratoare, construcţia de turnuri de televiziune, conducte cu diametru mare şi cabluri îngropate.

Techsnabexport

Exportator: V/O TECHSNABEXPORT
Moscova, URSS Telex: 7628

PUBLICOM

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA SĂRII ŞI NEMETALIFERELOR-BUCUREŞTI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU SUBSTANŢE NEMETALIFERE

Str. T.Vladimirescu
nr. 15 - 17
CLUJ - NAPOCA
Telefon 11559
Cont BNRSR
30.12.8.02.01

I.C.P.M.S.N. CLUJ-NAPOCA

Elaborează prin activităţile sale de cercetare şi proiectare tehnologică:

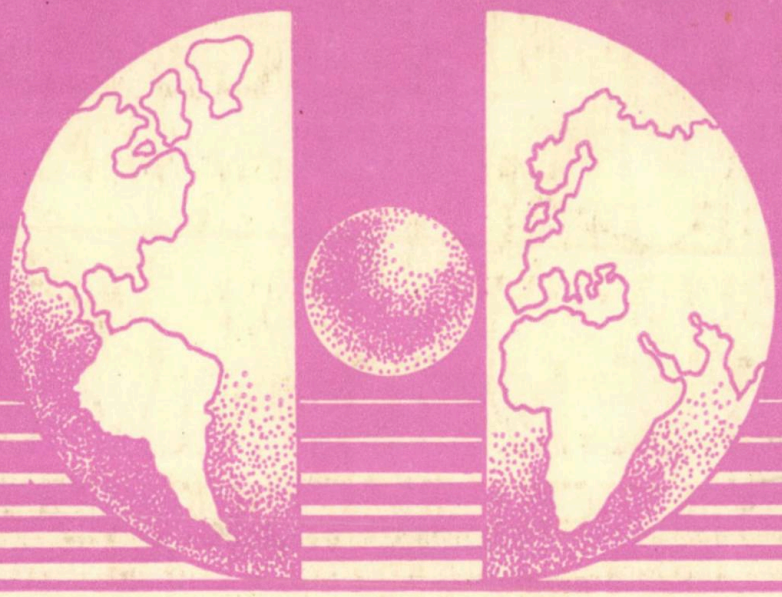
- Studii şi cercetări geologice şi chimico - mineralogice
- Studii şi cercetări pentru metode de exploatare în subteran şi la suprafaţă
- Studii şi cercetări geotehnice şi de mecanica rocilor, ridicări topografice
- Studii, cercetări şi experimentări de mecanizare şi automatizare a proceselor de exploatare şi preparare a substanţelor nemetalifere
- Studii şi cercetări de preparare uscată şi umedă a substanţelor nemetalifere şi roci utile în fazele: laborator, pilot, semiindustrial şi industrial
- Experimentări de fluxuri de preparare şi microproducţii de noi sortimente de substanţe nemetalifere cu calităţi superioare
- Proiecte de cercetare geologică
- Proiecte de execuţie
- Proiecte tehnologice specifice substanţelor nemetalifere
- Studii tehnico-economice pentru exploatarea, prepararea şi valorificarea substanţelor nemetalifere

Execută în laboratoare dotate cu aparatură modernă:

- Analize chimice complete
- Analize şi determinări fizice/granulometrice, rezistenţe mecanice, permeabilităţi, părţi levigabile, indice pirometric, plasticitate, grad de alb ş.a.
- Analize termodiferenţiale şi termogravimetrice
- Analize spectrale şi difractometrice

Avînd personal cu înaltă calificare şi aparatură modernă I.C.P.M.S.N. Cluj-Napoca execută lucrări de calitate

GEOMIN



Accepting various forms of joint ventures, GEOMIN is able to assist in any stage of a mining project, from the initial prospecting to production and sales

- **Geological research**
- **Laboratory and pilot tests**
- **Feasibility studies**
- **Engineering and construction**
- **Procurement**
- **Training of personnel**

MANAGEMENT
PRODUCTION

1975 NOV 14

GEOMIN

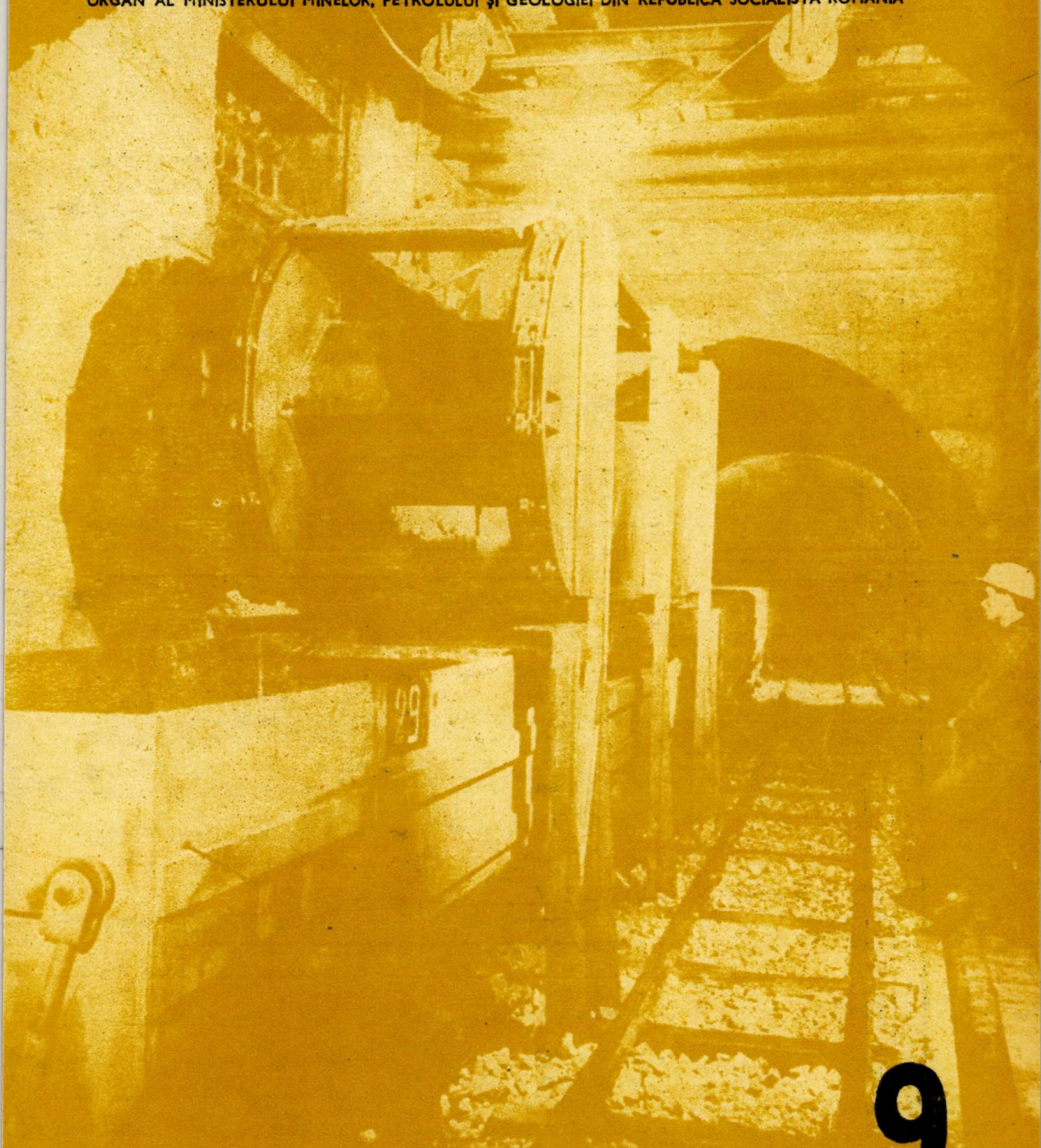
COMPANY FOR MINING AND GEOLOGICAL CO-OPERATION

Calea Victoriei 109
București, ROMANIA
Tel. 14.55.01, telex 011242

1443

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



BUCUREŞTI — ROMANIA • VOL. 26. SEPTEMBRIE 1975

9

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI SI GEOLOGIEI
CENTRALA MINEREURILOR SI METALURGIEI NEFEROASE BAIA MARE

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI PENTRU MINEREURI ŞI METALURGIE NEFEROASĂ BAIA MARE

ICPMMN

EXECUTĂ:

STUDII, PROIECTE, CERCETĂRI ŞI DOCUMENTAŢII TEHNICO-ECONOMICE PENTRU EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE MINEREURI NEFEROASE, AURO-ARGENTIFERE, RARE ŞI PRELUCRAREA METALURGICĂ A CONCENTRATELOR NEFEROASE DE METALE GRELE, RARE, RADIOACTIVE PRIVIND:

- metode de exploatare;
- săparea şi susţinerea lucrărilor miniere;
- perforare, împuşcare, explozivi minieri;
- aeraj minier;
- stabilirea gradului de prăfuire şi combaterea prafului, microclimat (în subteran, uzine de preparare a minereurilor şi metalurgiei neferoase grele);
- medicina minieră;
- mecanizarea lucrărilor miniere, de preparare şi a metalurgiei neferoase grele;
- utilaje miniere, de preparare şi pentru metalurgie neferoasă;
- automatizarea unor faze tehnologice în subteran, în uzinele de preparare şi metalurgice;
- prepararea substanţelor minerale utile şi prelucrarea metalurgică a concentratelor în condiţii de laborator, micropilot şi pilot;
- acordă asistenţă tehnică privind îmbunătăţirea fluxurilor tehnologice, modernizarea instalaţiilor în subteran, uzinele de preparare şi metalurgice;
- epurarea chimică a apelor de mină şi reziduale de la uzine metalurgice, flotaţii, în laborator şi staţia pilot mobilă;
- lucrări cu izotopi radioactivi;
- documentaţii tehnico-economice de investiţii pentru obiective miniere şi metalurgice;
- cercetări şi proiectări privind cooperarea în domeniul minier, de preparare, metalurgie neferoasă şi asimilări de utilaje miniere specifice;
- analize chimice şi fizice prin metode spectrale, polarografice, fotometrice ş.a., analize şi studii mineralogice, analize de reactivi;
- prototipuri ale unor aparate din domeniul exploatării şi preparării substanţelor minerale utile;
- sinteze şi cercetări bibliografice, traduceri, multiplicări, filmări.

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 9 1975

CUPRINS

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. şi Trancă, Al. **Zona petroliferă de la Vîlcele** 417

Paraschiv, D. şi Popa, Gh. **Zăcămintele de hidrocarburi de la Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş** 423

Dobrescu, L. **Stabilirea unui model matematic generalizat al procesului de măcinare** 429

Balteş, N. **Contribuţii palinologice cu privire la posibilităţile de geneză, migraţie şi acumulare a hidrocarburilor din Platforma moesică, România** 435

Ilie, P. Finaţ, I. **Programarea statistică a încercărilor de laborator** 439

Athanasiadis, A. **Folosirea emulsiilor acide pentru creşterea productivităţii sondelor** 445

Biriescu, Al. **Propuneri privind un procedeu de calcul al abaterii (incertitudinii) cantităţii de rezerve şi util conţinut în zăcămintele de substanţe minerale solide** 457

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

C.Z. 553.982.2

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. şi Trancă, Al. *Zona petroliferă de la Vîlcele*

Se prezintă zona Vîlcele, situată la circa 20 km nord de oraşul Piteşti, se caracterizează printr-o situaţie geologică complexă; elemente structurale plicative, faliate, o succesiune stratigrafică cu importante variaţii litofaciale, afectate de denudaţie în mai multe etape.

Acumulările de hidrocarburi de la Vîlcele sînt localizate în mai multe complexe aparţinînd Oligocenului şi Helveţianului. Secţiunea productivă în grosime de circa 1 500 m, se caracterizează prin capcane diverse: structurale, stratigrafice, paleogeomorfice şi mai ales, combinate.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 552.578

Paraschiv, D. şi Popa, Gh. *Zăcămintele de hidrocarburi de la Calacea — Satchinez—Şandra—Variaş*

Se prezintă acumulările de hidrocarburi de la Calacea—Satchinez—Şandra - Variaş care, în forma lor actuală, sînt rezultatul migraţiei laterale a hidrocarburilor (migraţie care a avut loc în tot timpul Neogenului) şi a redistribuirii lor în a doua jumătate a Pliocenului, ca urmare a intensificării procesului de subsidenţă dinspre margine către partea centrală a Depresiunii panonice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

Dobrescu, L. *Stabilirea unui model matematic generalizat al procesului de măcinare*

Autorul stabileşte un model matematic complet al măcinării în mers continuu şi discontinuu, folosind metoda de calcul al distribuţiilor statiistice variabile.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 552.578

Balteş, N. *Contribuţii palinologice cu privire la posibilităţile de geneză, migraţie şi acumulare a hidrocarburilor din Platforma moesică, România*

Analiza palinologică a numeroase ape de zăcămînt mezo şi neozoice din Platforma moesică a permis obţinerea unor interesante date legate de cunoaşterea depozitelor petrolifere. Astfel, se consideră că majoritatea acestora au o ocurenţă secundară, spre deosebire de cele jurasice medii şi parţial miocene superioare care sînt primare. Se fac aprecieri asupra sensului de migraţie şi relaţiilor dintre metamorfismul materialului palinologic şi potenţialul petroligen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 519.24 :622.7.01

Ilie, P. şi Finaţ, I. *Programarea statistică a încercărilor de laborator*

Autorii prezintă aplicaţiile practice ale metodei „liniei de cea mai mare pantă" (metoda gradientului) pentru optimizarea procesului de extracţie metalică.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 622.276.63

Athanasiadis, A. *Folosirea emulsiilor acide pentru creşterea productivităţii sondelor*

După precizarea domeniului de aplicabilitate a emulsiilor acide şi principalele caracteristici ale acestora, autorul expune detaliat modul de proiectare şi de operare la sondă pentru fixarea cu emulsii acide a rocilor carbonatice, în scopul măririi productivităţii stratului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 553.048

Biriescu, Al. *Propuneri privind un procedeu de calcul al abaterii (incertitudinii) cantităţii de rezerve şi util conţinut în zăcămintele de substanţe minerale solide*

Cu ajutorul relaţiilor de calcul reduse, autorul lucrării consideră că este posibil calculul abaterii (incertitudinii) exprimat, atît în cantităţi, cît şi în proporţii, contribuind prin aceasta la o suficientă cunoaştere a potenţialului unui zăcămînt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Redacţia revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01. Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru intreprindri: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23 — 25, Bucureşti.

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

C.Z. 553.982.2

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. and Trancă, Al. *The oil area Vîlcele*

The authors present the oil area Vîlcele situated at aprox. 20 km north from the town Piteşti which features a complex geology: plicative and faulted structural elements, a stratigraphical succesion with important lithofacial variations, due to a multiphase denudation. The hydrocarbon accumulations at Vîlcele are located in many complex formations from Oligocen and Helvetian. The productive section, with at thickness of aprox. 1500 m is characterized by different forms of traps: structural, stratigraphical, paleomorphological and particularly combined ones.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Paraschiv, D. and Popa, Gh. *Hydrocarbon deposits from Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş (Romania)*

The accumulations hydrocarbons deposits from Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş are presented, which in the present form are the result of lateral migration of hydrocarbons (this migration performed during the all period of Neogene) and their redistribution within the second half of Pliocene, as a result of the intensification of the subsidence processus from the border towards de center of Panonic Depression.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 622.731; 622.735

Dobrescu, L., *Generalized mathematical model for grinding operation*

In the paper is established a full mathematical model for continuose and by steps grinindg operation using a statistic variance technique with variable criteria.

Mine, Petrol şi Gaze vol 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Balteş, N. *Palinological considerations on the possibilities of genese, migration and accumulations of hydrocarbons from the Moessic Platform, Romania*

The palinological analysis of numerous Mezo and Neozoic formation waters from the Moessic Platform enabled to obtain some interesting data regarding the knowledge of oil field. Thus, it is suggested that the greatest part of these deposits have a secondary occurence, in opposition with those of Medium Jura and partial of Superior Miocen which are primary ones. Estimations are made on the migration sense and the relations between the metamorphism of palinologic material and petroligen potential.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.519.24; 622.7.01

Ilie, P. and Fînaţ, I. *Statistical programming of laboratory tests*

The authors present practical applications of the method of „line of greatest slope" (gradient method) for optimization of metal recovery process.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.622.276.63

Athanasiadis, A. *Use of acid emulsions for well stimulation*

After considering the field where the acid emultions could be applied and their main features, the author states in detail the design and operation manuer at the well for stabilization carbonate rocks with acid emulsions, in order to stimulate strata output.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.553.048

Biriescu, Al. *Proposals regarding a calculation method of deviations (uncertainty) of reserve volume and metal content in solid mineral deposits*

With the help of calculation relations the author consider as possible the calculation of deviation (uncertaintg) stated both as quantities and proportions, which contribute to a suficient knowledge of deposit potential.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

СОДЕРЖАНИЕ

C.Z. 553.982.2

Параскив, Д., Попа, Г., Молдован, И. и Транкэ, Ал. *Нефтеносная зона Вылчеле*

Описывается зона Вылчеле, расположенная в около 20 км. севернее города Питешти, которая характеризуется комплексным геологическим строением: структурные элементы, тектонические нарушения, стратиграфия с крупными литофациальными изменениями, в результате многоэтапного обнажения.

В зоне Вылчеле углеводородные скопления приурочены к ряду структур олигоценного и хелвецианского возраста. Продуктивная толща, мощностью около 1500 м, характеризуется разнообразными ловушками: структурными, стратиграфическими, палеогеоморфологическими и особенно комбинированными.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Параскив, Д. и Попа, Г. *Углеводородные месторождения Калача—Саткинез—Сандра—Вариаш*

Представлены скопления углеводоро Калача—Саткинез—Сандра—Вариаш, являющиеся результатом протекавших в периоде Неоцена боковых миграций углеводородов и их перераспределения во второй половине Палиоцена, в следствии интенсификации процесса залщения, идущего с периферии к центральной зоне Панонской платформы.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 622.731; 622·735

Добреску, Л., *Разработка обобщенной математической модели процесса измельчения*

Автор разработал общесхватывающую математуческую модель непрерывного метода статистического распределения с переменными характеристиками.

C.Z.552.578

Балтеш, Н. *Палинологические соображения о вероятных генезисе, миграции и скопления углеводоров в Мёсской платформы—СРР*

В результате палинологического анализа ряда мево и неозойских подземных вод этой платформы были получены данные, представляющие интерес с точки зрения ознакомления с нефтеносными скоплениями. Таким образом, считается что большинство этих скоплений носит второстепенный характер, по сравнению с формациями среднего юраса и частично миоцена, являющимися первичными. Приводятся оценки о направлении миграций и соотношениях между метаморфизном палинологического материала и потенциалом месторождений.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.519.24; 622.7.01

Илие, П. и Фынац, И. *Статистическое программирование лабораторных испытаний*

Авторами представлено практическое применение метода градиента, т.е. „линии с наибольшим углом падения", при оптимизации процесса металлоизвлечения

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.622.276.63

Атанасиадис, А. *Применение кислотых эмульсий для увеличения производительности нефтяных скважин*

После того как уточняется область применения кислотных эмульсий и приводится их главная характеристика, детально описывает принципы проектирования и работы на скважинах для закрипления с помошью кислотных эмульсий карбонатных пород, в целях повышения производительности скважин.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.553.048

Бириеску, Ал. *Предложения, касающиеся метода подсчета отклонения/погрешности/ при определении объема-запасов и полезного компонента месторождениях твердых полезных ископаемых*

В результате применения упрощенных расчетных формул, автор считает что эти отклонения (погрешности)-в количественном и процентном выражениях-могут быть подсчитаны. Предлагаемый метод способствует удовлетворительному познанию потенциала месторождения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

SOMMAIRE

C.Z. 553.982.2

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. et Trancă, Al. *La zone pétrolifère de Vîlcele*

Est présentée la zone Vîlcele, située à aprox. 20 km nord de la ville Piteşti, qui se caractérise par une situation géologique complexe: éléments structuraux plicatifs, failles, une succession stratigraphique avec variations litofaciales importantes affectées par une dénundation développée en plusieurs étapes. Les accumulations de hydrocarbures à Vîlcele sont localisées en plusieurs complexes apartenant au Oligocène et au Helvetien.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Paraschiv, D. et Popa, Gh. *Les gisements de hydrocarbures de Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş*

Sont présentées les accumulations de hydrocarbures de Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş qui, sous leurs forme actuelle, sont le résultat de la migration latérale des hydrocarbures (migration qui a couvert le Neogene entier) et leurs redistribution dans la deuxième moitié du Plyocene, comme résultat de l'intensification du processus de subsidence orientée de la périphérie vers la partie centrale de la Dépression Panonique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.622.731; 622.735

Dobrescu, L. *Détermination d'un modèle mathématique généralisé pour le processus de broyage*

L'auteur détermine un modèle mathématique complet pour l'opération de broyage continu, et discontinu utilisant la méthode de calculation des dispersions statistiques avec des caractéristiques variables.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Balteş, N. *Considerations palinologique sur les possibilités de génese, migration et accumulations des hydrocarbures de la Plateforme Moessique, Roumanie*

L'analyse palinologique des nombreuses eaux de gisement mezo- et neozoiques de la Plateforme Moessique a permi l'obtention de quelques données interessantes liées de la conaissance des gisements de pétrol brut. Ainsi, on considère que la majorité de ces gisements ont une occurence secondaire, en contrast avec ceux de Jura Medium et partiellement du Miocène Superieure qui sont primaires. Des appreciations sont faites sur le sense de migration et les rélations entre le métamorphisme du matérial palinologique et le potentiel pétroligene.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.519.24; 622.7.01

Ilie, P. et Finaţ, I. *Programe statistique des essais en laboratoire*

Les auteurs présentent les applications pratiques de la méthode de la „ligne de pente maxima" (méthode du gradient) pour l'optimisation du processus de l'extraction du métal.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.622.276.63

Athanasiadis, A. *Utilisation des émulsions acides pour la stimulation des sondes*

Après la définition du domaine de l'application des èmulsions acides et leurs caractéristiques principales, l'auteur expose en détaille le mode de la projection et de l'opération à la sonde pour fixer les roches carbonatiques avec les émulsions acides, ayant comme but la stimulation de la production du couche.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.553.048

Biriescu, Al. *Propositions sur un procédé de calcul de la déviation (incertitude) de la quantité des reserves et util contenue dans les gisements de substances minérales solides*

A l'aide de rélations de calcul élaborées, l'auteur considère comme possible le calcul de la déviation (incertitude) exprimée tant en quantités que en proportions, ce qui apporte une contribution sur la connaissance suffisante du potentiel d'un gisement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

INHALT

C.Z. 553.982.2

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. und Trancă, Al. *Die erdoelführende Zone Vîlcele*

Die Zone Vîlcele ist rd 20 km nördlich von der Stadt Piteşti gelegen und ist durch eine komplexe geologische Situation gekennzeichnet: Verwerfungen gestörte Struktur, eine stratigraphisch Folge mit bedeutend Schwankungen des Lithofacies welcher in mehreren Etappen übergeschwemmt wurden. Die Kohlenwasserstoffansammlungen von Vîlcele sind in mehreren Strukturen des Oligozäns und der helvetischen Stufe geortet. Die produktiven Schichten von 1 500 m Mächtigkeit sind durch verschiedene Fallen gekennzeichnet wie strukturelle, stratigraphische, paleogeomorphologische und hauptsächlich kombinierte

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Paraschiv, D. und Popa, Gh. *Die Kohlenwasserstofflagerstätte von Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş (Rumänien)*

Es werden die Kohlenwasserstoffakkumulationen von Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş dargelegt, welche in ihrer gegenwärtige Form die Folge der Seitenmigration der Kohlenwasserstoffen (diese Migration ist in der ganze Zeit des Neogens erfolgt) und ihrer Wiederverteilung in der zweiten Hälfte des Pliozens, infolge der Steigerung des Absinkenprozesses von der Grenze gegen dem Zentrum der panonische Depression sind.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z. 622.731;622.735

Dobrescu, L. *Ein allgemeines mathematisches Modell des Mahlvorganges*

Der Verfasser beschreibt ein mathematisches Modell des kontinuirlichen und diskontinuirlichen Mahlvorganges durch Anwendung der Methode der statistichen Verteilung.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.552.578

Balteş, N. *Palinologische Betrachtungen über die Möglichkeiten von Genesis, Migration und Akkumulation der Kohlewasserstoffen in der moesische Platform-Rumäniens*

Die palinologische Analyse der zahlreichen mezo- und neozoischen Schichtwässer von der moesischen Platform hat die Erlangung von wertvollen Daten über die Kenntniss der Oellagerstätten erlaubt. Auf dieser Weise, kann man die Schlussfolgerung ziehen dass im Gegensatz zu der mittleren Jura und teilweise der oberen Miozen primäre Wässer, die Mehrheit dieser Wässer wie eine sekundäre Okkurenz betrachtet sein können.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.519.24; 622.7.01

Ilie, P. und Finaţ, I. *Statistische Programierung der Labortesten*

Die Verfassern legen praktische Anwendungen des Fallliniеverfahrens (Gradientsmethode) für die Optimisierung der Metalausziehungsprozess dar.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

C.Z.622.276.63

Athanasiadis, A. *Anwendung der Sauereemulsionen für die Stimulation der Bohrungen*

Nach einer Bestimmung des Anwendbarkeitsbereich der Sauereemulsionen und ihrer hauptlichen Eigenschaften, legen die Verfassern die Projektierungsart und Arbeitsvorgänge in den Bohrungen für die Befestigung der Karbonatgesteinen mit Suereemulsionen, zum Zwecke der Steigerung der Oelflözproduktivität, ausführlich dar.

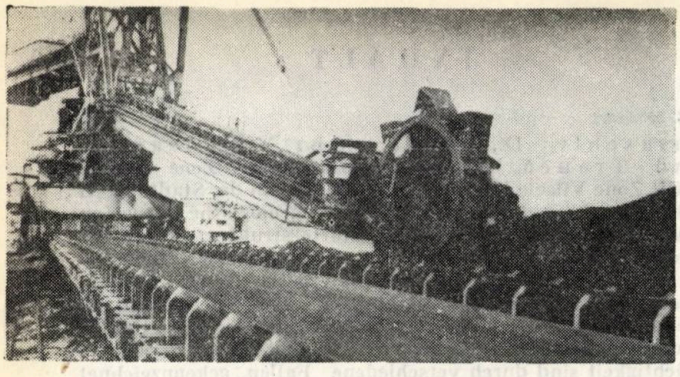
Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975

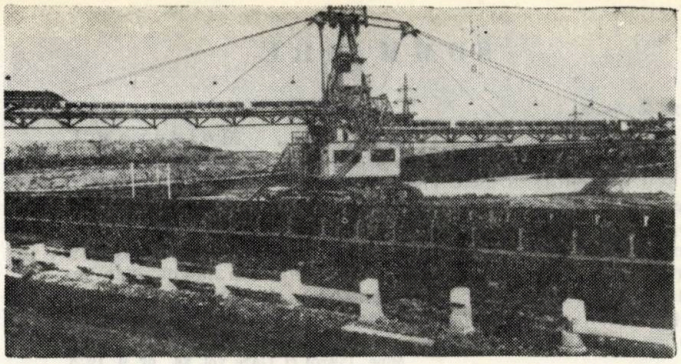
C.Z.553.048

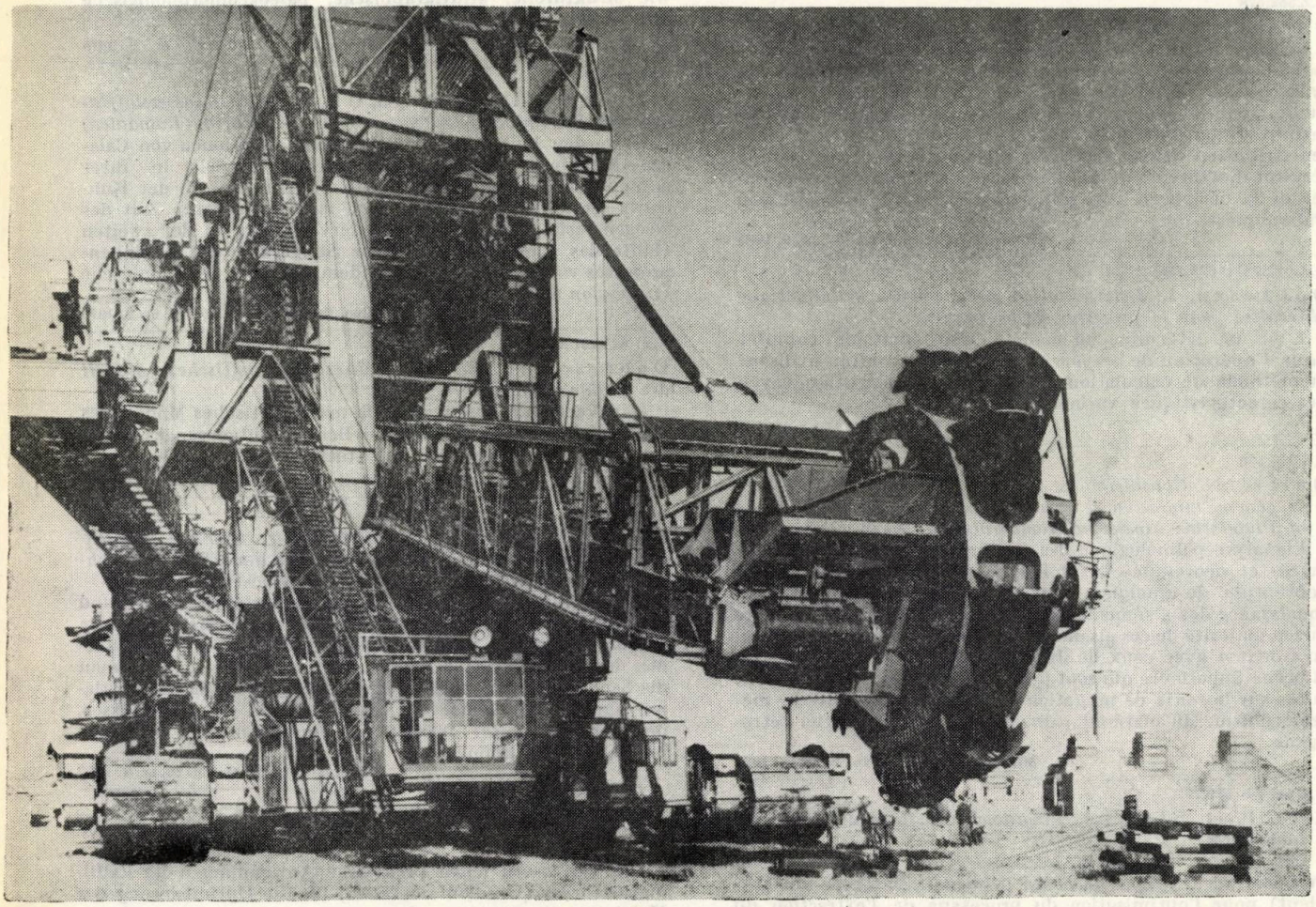
Biriescu, Al. *Beiträge fur eine Rechnungsart der Abweichung (Unbestimmtheit) in der Festminerallagerstätte gehaltenen Vorräte- und Nutzbaremengen*

Mit die Hilfe von bewiesenen Relationen, betrachtet der Verfasser als möglich die Abweichungsrechnung (Unbestimmtheit) als Funktion der Menge und auch der Proportionen, rechnen um eine bessere Kenntniss des Lagerstättepotentials.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 9, 1975







50% din cărbunele brun produs în întreaga lume se extrage cu utilaje realizate în R. D. Germană

Proiectăm, construim, punem în funcțiune și întreținem agregate destinate exploatărilor la zi din industria cărbunelui, pentru extragerea celorlalte substanțe minerale, pentru exploatarea la zi a minereurilor, precum și pentru industria de materiale de construcții și marea industrie de produse refractare. Cu ajutorul serilor noastre de modele se pot realiza, potrivit metodei de exploatare respective, orice capacități de producție și toate combinațiile de utilaje. Numai în U.R.S.S. au fost echipate 14 exploatări la zi cu utilajele noastre. În întreaga lume, numărul total de exploatări echipate cu aceste utilaje se ridică la 119.

Informații:

Secția comercială a Ambasadei
R. D. G. în R. S. R.
TKB Maschinen – Export
București
str. Dorobanților 14

Participăm la Tîrgul de Toamnă din Leipzig de la 31 august la 7 septembrie 1975

MASCHINEN•EXPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 108 BERLIN · MOHRENSTRASSE 53-54

PUBLICOM

Dr. geol. **Parasehiv D.**, ing. **Popa Gh.**, geol. **Moldovan I.** şi ing. **Trancă Al.**

Zona petroliferă de la Vîlcele*)

Cercetările geologice pentru hidrocarburi desfăşurate pe teritoriul României s-au limitat multă vreme la zona cutelor diapire din Muntenia şi la flişul paleogen din Moldova (jud. Bacău). Abia în anul 1950 hotarele vechilor regiuni petrolifere au fost depăşite prin intrarea în producţie a primei sonde cu ţiţei pe structura Şuţa Seacă din Depresiunea getică. De atunci încoace, flancul intern al avanfosei carpatice de la vest de Dîmboviţa a constituit terenul unor importante lucrări de prospecţiune şi explorare, ceea ce a permis descoperirea, pînă la sfîrşitul anului 1974, a 36 structuri cu petrol şi (sau) gaze. Una dintre acestea este şi zona de la Vîlcele, care face obiectul articolului de faţă.

Zona petroliferă de la Vîlcele corespunde unor elemente structurale plicative faliate, alcătuite dintr-o succesiune de depozite caracterizate prin importante variaţii lito-faciale şi afectate de denudaţie în mai multe faze de gliptogeneză. Dat fiind această complexitate geologică, la Vîlcele este impropriu să se vorbească despre o structură productivă ci, mai curînd, despre o „zonă petroliferă" compusă dintr-un număr mare şi divers de capcane.

Zona productivă Vîlcele se situează la circa 20 km N de oraşul Piteşti unde, la suprafaţă apar pietrişurile pleistocene de tip Cîndeşti şi depozite de terasă aparţinînd rîului Argeş care traversează această regiune.

Prezenţa unor elemente structurale plicative în adîncime a fost sugerată, prima dată, de prospecţiunea seismică de reflexie, efectuată în campania din 1963. Un an mai tîrziu, s-au efectuat lucrări seismice prin metoda S. S. M. Existenţa certă a anticlinalului Vîlcele este indicată doar de unul dintre aceste ultime profiluri (1/23—24/1964) pe baza căruia s-a săpat prima sondă.

Datele celui dintîi foraj de cercetare au avut darul să atragă atenţia că situaţia geologică este mult mai complexă de cum o înfăţişau informaţiile geofizice obţinute în campaniile din 1963 şi 1964. Ca urmare s-a ivit necesitatea detalierii seismice a zonei respective prin lucrări suplimentare efectuate în anii 1967 şi 1969. Materialul obţinut este, în general, de slabă calitate şi puţin concludent. De aceea se poate spune că prospecţiunilor seismice le-au revenit numai meritul de a fi sesizat existenţa unui anticlinal, în timp ce descifrarea structurii şi a alcătuirii geologice s-a făcut cu ajutorul forajelor.

Acumulările de hidrocarburi de la Vîlcele au fost puse în evidenţă cu prima sondă, care a terminat forajul în anul 1967. De atunci şi pînă în prezent s-au săpat alte numeroase sonde, cea mai adîncă (3815) realizînd 4 282 m. Secţiunea traversată de foraje constă din depozite aparţinînd Paleogenului, Miocenului şi Pliocenului.

Paleogenul este, sigur, reprezentat prin Oligocen. Se admite, fără argumente paleontologice prea concludente şi existenţa Eocenului dar limita şi raporturile geometrice între cele două serii n-au putut fi stabilite.

Oligocenul a fost deschis cu numeroase sonde în partea de vest a zonei (Vîlcele), în timp ce în partea de est (Vîlcele Est) cercetarea lui, pe o secţiune mai importantă, s-a realizat doar cu un singur foraj. Depozitele oligocene, a căror grosime aparentă poate atinge 1 500 m, au fost grupate, pe criterii litofaciale, în două grupuri: un grup inferior, denumit *b*, predominant nisipos-grezos, cu intercalaţii de marne şi argile: altul superior, notat *a*, format din argile cu intercalaţii de gresii şi nisipuri. La rîndul lui, grupul *b* a fost divizat în şase complexe, numerotate de sus în jos , $b_1 - b_6$ (fig. 1). Grupul superior *a* este şi el separat în şapte complexe, denumite de jos în sus $a_1 - a_7$. Trebuie menţionat că în zonele de dezvoltare maximă ale celor două unităţi litofaciale, seria oligocenă continuă, atît sub complexul b_6, cît şi deasupra pachetului a_7, dar aceste depozite n-au mai fost divizate, neprezentînd interes pentru hidrocarburi. Complexele grupului inferior, dar mai ales cele ale grupului *a*, suferă mari variaţii litofaciale, astfel că pachetele $a1 - a7$ au adesea o dezvoltare lenticulară.

Cele două grupuri litofaciale prezintă grosimi diferite în cuprinsul zonei Vîlcele, datorită denundaţiei care le-a afectat după faza savică. La timpul respectiv, în sectorul Vîlcele Est s-a format o vale, corespunzînd cu aproximaţie traseului actual al rîului Argeş, care s-a adîncit în depozitele oligocene, circa 1 500 m. Ca urmare pe firul vechii văi (Paleoargeşul) grupul superior şi, parţial, complexele b_1 şi b_2 lipsesc, datorită eroziunii. Acestea apar, însă, succesiv, pe versantul vestic al Paleoargeşului (fig. 2). Tot pe seama unei exondări de scurtă durată se pune variaţia de grosime a complexelor b_2 şi b_3 (Moise ş.a., 1974). Ar fi vorba, deci, de o lacună intraformaţională, la limita dintre cele două complexe.

Helveţianul se dispune discordant şi transgresiv peste diferiţi termeni ai Oligocenului. El este alcătuit dintr-o succesiune de marne, nisipuri şi gresii, care a fost divizată în trei complexe, denumite, de sus în jos, *H* I, *H* II şi *H* III.

Complexul bazal, *H* III, format din marne şi nisipuri, poate depăşi 700 m grosime. Acesta

*) Lucrare susţinută în cadrul Simpozionului „Capcane subtile cu hidrocarburi", Bucureşti, 2—3 aprilie, 1975.

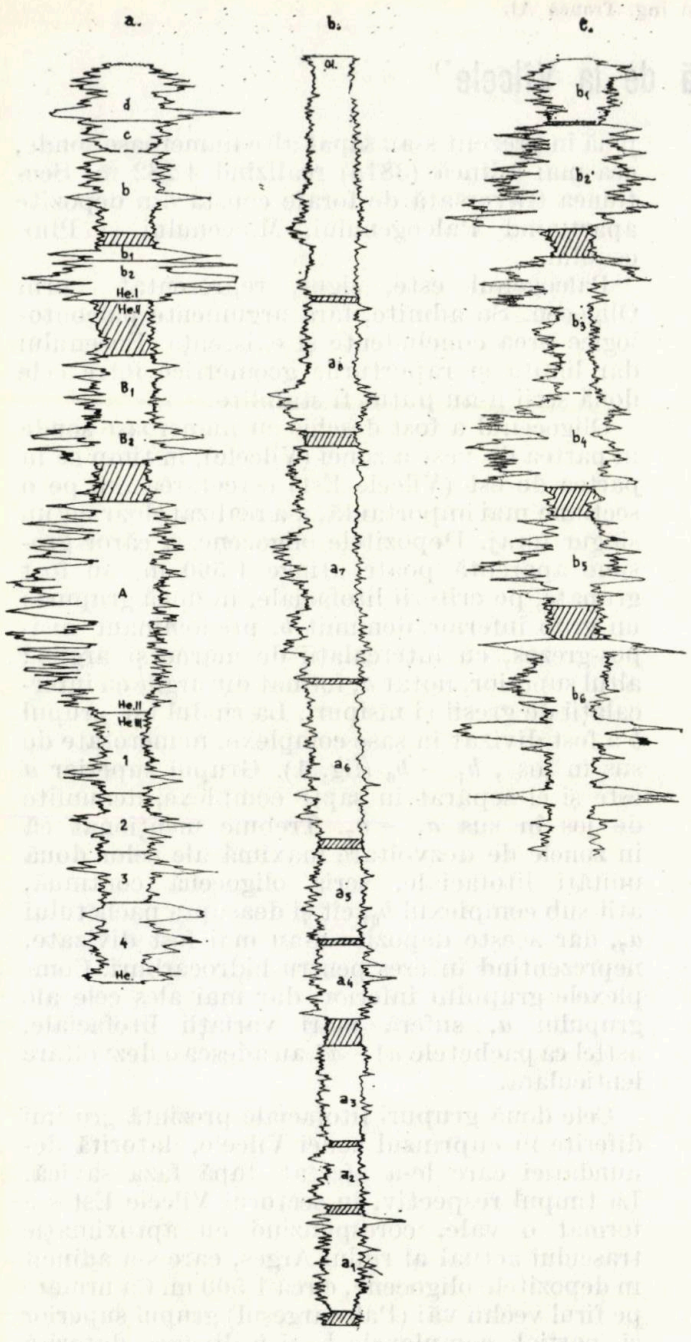


Fig. 1. Profilul tip al Helveţianului şi Oligocenului de la Vîlcele.

a fost separat în patru pachete, numerotate de sus în jos H III_1 — H III_4. În sectorul de est al zonei Vîlcele, unde complexul respectiv prezintă dezvoltarea maximă, s-au întîlnit depozite helveţiene şi sub pachetul 4, care au fost grupate în „H III nedivizat".

Complexul intermediar H II este predominant nisipos (fig. 1) şi poate atinge grosimi de 400—500 m. El a fost împărţit în trei pachete, denumite (de jos în sus) A, B şi C.

Complexul superior H I, denumit iniţial „H gazeifer" nu depăşeşte grosimea de 200 m şi este constituit dintr-o succesiune de marne şi nisipuri. Acestea s-au grupat în mai multe pachete, notate de jos în sus H I_a, b_1, b_2, c şi d.

Depunerea Helveţianului a fost precedată şi urmată de exondări temporare, corespunzînd, probabil, celor două faze ale mişcărilor stirice. O scurtă întrerupere de sedimentare pare să se contureze şi în timpul Helveţianului, la baza pachetului c din H I. Ca urmare, grosimea acestor depozite este foarte variabilă, ea putînd atinge 1 500 m. Secţiunea cea mai completă se întîlneşte în partea de est a zonei, corespunzînd firului văii Paleoargeşului. Aici, termenii inferiori ai Helveţianului, respectiv Helveţianul nedivizat şi H III, se dispun, uneori, direct peste complexele b_1 — b_6 ale Oligocenului (fig. 3 şi 4). Pe măsură ce se merge spre vest, complexele superioare helveţiene vin în contact cu termeni din ce în ce mai noi aparţinînd Oligocenului.

În partea de vest a zonei Vîlcele, Helveţianul este acoperit direct de către Pliocen (Ponţian), în timp ce în sectorul de est se interpune, discordant, Tortonianul. Acesta îmbracă un facies lagunar, trădat de prezenţa halitelor cu impurităţi marnoase şi a intercalaţiilor de anhidrit. Subordonat, mai ales către segmentul superior al profilului, se întîlnesc intercalaţii de marno-calcare şi apoi marno-argile. Către sectoarele mai ridicate structural, sarea pare a fi substituită de anhidrite (Popa ş.a., 1970).

În lipsa unor elemente paleontologice concludente este de admis că evaporitele constituie un echivalent al orizontului brecciei sării, iar secvenţa cu intercalaţii de marno-calcare reprezintă orizontul şisturilor cu Radiolari. Partea cu totul superioară a Tortonianului (orizontul marnelor cu Spirialis) a fost probabil erodată.

După depunerea Tortonianului, zona de la Vîlcele a rămas exondată pînă în Ponţian, ceea ce face ca depozitele pliocene să se dispună discordant şi transgresiv peste diferiţi termeni ai Helveţianului şi Tortonianului.

Ponţianul, în grosime de circa 380 m, este alcătuit, predominant, din marne. Spre deosebire de alte regiuni ale Depresiunii getice, la Vîlcele, pe circa 80 m din baza Ponţianului, se dezvoltă un pachet de nisipuri marnoase. Dacianul şi Levantinul alcătuiesc o serie predominant nisipoasă, cu intercalaţii de marne, cărbune şi pietrişuri. Grosimea acestei serii de depozite ajunge pînă la 1 030 m în partea de sud, ea descrescînd spre nord pînă la 850 m. Succesiunea stratigrafică a regiunii se încheie, aşa cum s-a mai spus, cu pietrişurile de Cîndeşti şi cu depozitele de terasă, aparţinînd Argeşului.

Aranjamentul structural al stratelor cercetate nu este concordant în plan vertical. Astfel, Pliocenul, cu înclinări de 2°—6° prezintă, în ansamblu, o dispoziţie monoclinală. La nivelul Helveţianului se conturează două cute anticlinale separate de un sinclinal transversal. Una

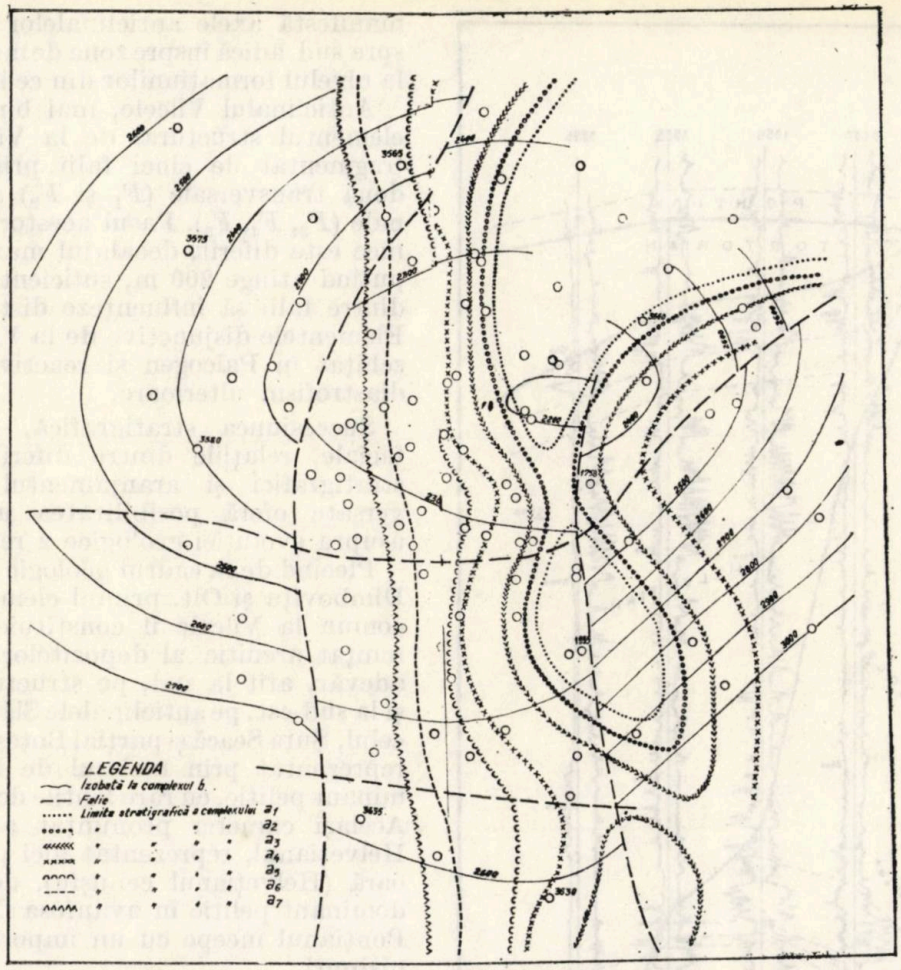


Fig. 2. Schiţa structurală a sectorului Vîlcele.

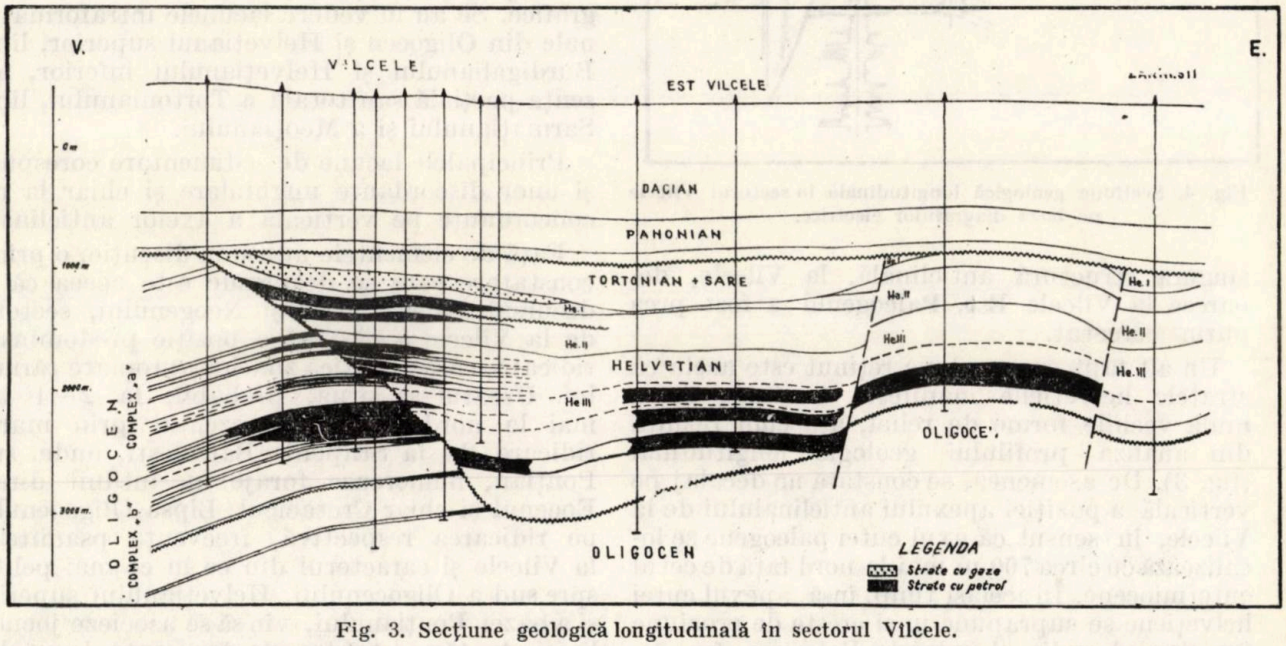


Fig. 3. Secţiune geologică longitudinală în sectorul Vîlcele.

dintre boltirile anticlinale, foarte bine conturată, se situează la Vîlcele, cea de a doua, în curs de cercetare, a fost identificată la Vîlcele Est. Înclinarea stratelor tortoniene şi helveţiene este de 14° — 30°. La nivelul Oligocenului, în schimb, se poate vorbi, sigur, numai despre o

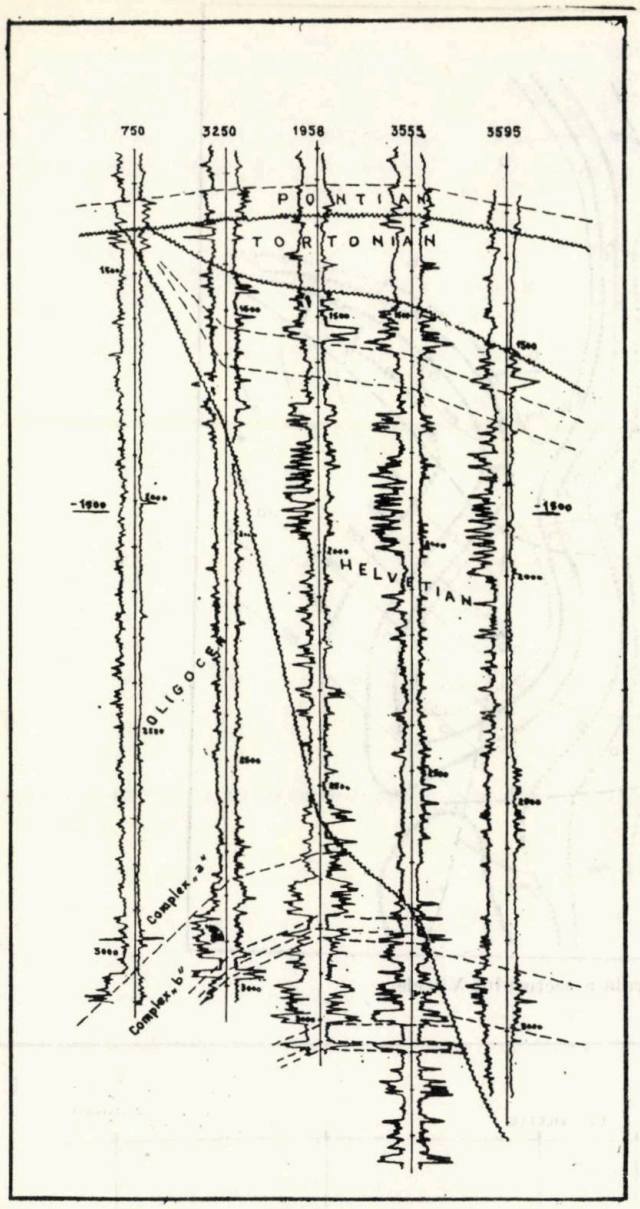


Fig. 4. Secţiune geologică longitudinală în sectorul Vîlcele pe baza diagrafiilor electrice.

singură structură anticlinală, la Vîlcele, deoarece la Vîlcele Est, Paleogenul a fost prea puţin cercetat.

Un alt fapt care trebuie reţinut este acela că stratele helveţiene manifestă tendinţa de a mula vechile forme de relief, aşa cum rezultă din analiza profilului geologic longitudinal (fig. 3). De asemenea, se constată un decalaj pe verticală a poziţiei apexului anticlinalului de la Vîlcele, în sensul că axul cutei paleogene se localizează cu circa 700 m mai la nord faţă de cel al cutei miocene. În acelaşi timp, însă, apexul cutei helveţiene se suprapune unei creste de eroziune din flancul sudic al cutei de Paleogen (fig. 5), sugerînd originea de tasare a boltirii miocene. Posibilitatea aceasta este, totuşi, greu de admis, ţinînd seama de tendinţa generală pe care o manifestă axele anticlinalelor de a se deplasa spre sud, adică înspre zona de maximă subsidenţă la nivelul formaţiunilor din ce în ce mai recente.

Anticlinalul Vîlcele, mai bine cercetat decît elementul structural de la Vîlcele Est, apare fragmentat de cinci falii principale (fig. 2); două transversale (F_1 şi F_2) şi trei longitudinale (F_3, F_4, F_5). Pasul acestor accidente tectonice este diferit, decalajul maxim între blocuri putînd atinge 200 m, suficient pentru ca unele dintre falii să influenţeze distribuţia fluidelor. Elementele disjunctive de la Vîlcele par să se fi schiţat în Paleogen şi reactivate în fazele de diastrofism ulterioare.

Succesiunea stratigrafică, caracterele litofaciale, relaţiile dintre diferiţii termeni litostratigrafici şi aranjamentul stratelor traversate oferă posibilitatea unor consideraţii asupra evoluţiei geologice a regiunii.

Plecînd de la cadrul geologic al regiunii dintre Dîmboviţa şi Olt, primul element care iese din comun la Vîlcele îl constituie caracterul pronunţat arenitic al depozitelor oligocene. Într-adevăr, atît la sud, pe structura Drăganu, cît şi la sud-est, pe anticlinalele Slătioarele, Glîmbocelul, Şuţa Seacă şi parţial Boţeşti, oligocenul este reprezentat prin faciesul de Pucioasa, predominant pelitic, cu rare lentile de gresii şi nisipuri. Acelaşi caracter pronunţat arenitic îl are şi Helveţianul, reprezentat aici prin seria superioară (Helveţianul cenuşiu), de asemenea predominant pelitic în avanfosa Carpaţilor. Însăşi Ponţianul începe cu un important complex de nisipuri.

Al doilea fapt care surprinde este frecvenţa şi, uneori, importanţa (durata) lacunelor stratigrafice. Se au în vedere lacunele intraformaţionale din Oligocen şi Helveţianul superior, lipsa Burdigalianului şi Helveţianului inferior, absenţa parţială sau totală a Tortonianului, lipsa Sarmaţianului şi a Meoţianului.

Principalele lacune de sedimentare corespund şi unor discordanţe unghiulare şi chiar la neconcordanţe pe verticală a axelor anticlinale.

Faţă de elementele aduse în discuţie, o primă constatare care se desprinde este aceea că în decursul Paleogenului şi Neogenului, sectorul de la Vîlcele a păstrat o poziţie predominant ridicată, caracteristică zonelor apropiate ţărmului. Uscatul se situa, probabil, la 2—4 km mai la nord şi era reprezentat prin marea ridicare de la Stîlpeni—Băiculeşti, unde, sub Ponţian, numeroase foraje au întîlnit direct Eocenul şi chiar Cretacicul. Lipsa Oligocenului pe ridicarea respectivă, frecvenţa psamitelor la Vîlcele şi caracterul din ce în ce mai pelitic spre sud a Oligocenului, Helveţianului superior şi a bazei Ponţianului, vin să se asocieze jocului liniei de ţărm, trădat de frecvenţa lacunelor de sedimentare.

În condiţiile schiţate mai sus, Paleoargeşul reprezenta un rîu care drena sectorul montan

și se vărsa la sud de Merișani, unde, la paralela anticlinoriului Șuța Seacă—Glîmbocelul—Slătioarele, a fost dovedită prezența Helvețianului inferior (roșu) și probabil a Burdigalianului cu depozite aproape exclusiv psamitice și chiar microconglomeratice. Dar existența unui paleounor zone sinclinale, unde în Tortonian s-au instalat, mai întîi, lagune ce s-au transformat apoi în mici golfuri.

Supusă unei îndelungate etape de denudație, regiunea Vîlcele și împrejurimile ei au fost, în final, modelate pînă la stadiul de pene-

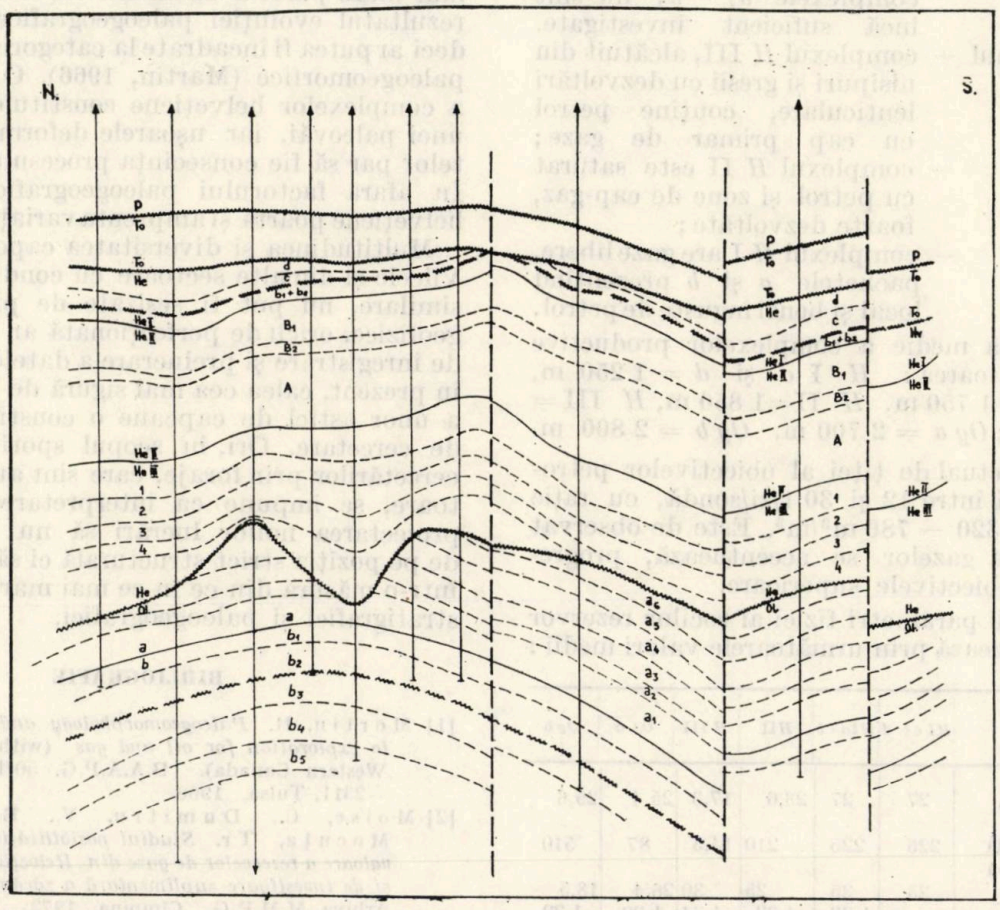


Fig. 5. Secțiune geologică transversală în sectorul Vîlcele (după V. Simionescu și A. Trancă).

relief, a cărui energie poate depăși 1 500 m, presupune mișcări oscilatorii de amplitudini impresionante, (1 500 — 2 000 m) care s-au produs într-o perioadă de timp relativ scurtă, respectiv între sfîrșitul Oligocenului și Helvețianul superior. Astfel de mișcări, care trebuie să fi continuat, mai la nord, pînă în Pontian, nu puteau să nu strice echilibrul hidrostatic și să nu conducă la redistribuiri ale fluidelor acumulate în Oligocen și în Helvețian.

Transgresiunea mării miocen-inferioare s-a produs dinspre sud către nord, apele respective făcîndu-și apariția în zona Vîlcele, în Helvețianul superior. Bineînțeles, transgresiunea a început cu colmatarea paleovăilor, unde se întîlnesc termenii cei mai vechi ai Helvețianului superior și s-a încheiat cu acoperirea interfluviilor, unde Helvețianul are o dezvoltare foarte redusă.

La sfîrșitul Helvețianului (faza stirică nouă) regiunea s-a înălțat din nou, rămînînd în domeniul subaerian pînă la Pontian, cu excepția plenă de către abraziunea marină, corespunzînd transgresiunii pontiene care marchează începutul ultimului subciclu de sedimentare.

Așa cum s-a mai arătat, prezența hidrocarburilor pe structura Vîlcele a fost dovedită în anul 1967. Petrolul și gazele sînt localizate în mai multe complexe ale Oligocenului și Helvețianului care, în funcție de poziția structurală, se întîlnesc la adîncimi de 1350—3 100 m. În zona axială a anticlinalului Vîlcele, grosimea secțiunii saturate cu hidrocarburi ajunge pînă la 1 500 m. Dimensiunile structurii fiind reduse, zona productivă deși foarte groasă, nu depășește trei kilometri în lungime și doi kilometri în lățime.

Lucrările de foraj și probe de producție efectuate pînă în prezent au arătat că rezervoarele oligocene și helvețiene sînt saturate cu hidrocarburi după cum urmează;

Oligocenul — complexele b_4 și b_3 conțin petrol cu cap primar de gaze;
— complexele b_2 și b_1, reprezintă unități hidrodinamice distincte

care conţin petrol cu cap primar de gaze şi, uneori, blocuri exclusiv gazeifere;
— complexele $a_1 - a_7$, constituie unităţi hidrodinamice distincte, de fapt nişte lentile; complexele $a_4 - a_7$ nu sînt încă suficient investigate.

Helveţianul — complexul *H* III, alcătuit din nisipuri şi gresii cu dezvoltări lenticulare, conţine petrol cu cap primar de gaze;
— complexul *H* II este saturat cu petrol şi zone de cap-gaz, foarte dezvoltate;
— complexul *H* I are gaze libere, pachetele *a* şi *b* prezentînd local şi benzi înguste de petrol.

Adîncimea medie a complexelor productive este următoarea: *H* I *c* şi *d* = 1 250 m, *H* I *a*+*b* = 1 750 m, *H* II = 1 850 m, *H* III = = 2 175 m; *Og a* = 2 700 m, *Og b* = 2 800 m.

Debitul actual de ţiţei al obiectivelor petroliere variază între 12 şi 30 t/zi/sondă, cu raţie de gaze de 320 — 780 m^3/m^3. Este de observat că ponderea gazelor se accentuează, progresiv, către obiectivele superioare.

Principalii parametri fizici ai rocilor rezervor se caracterizează prin următoarele valori medii:

Parametrul	*H* I *c*+*d*	*H* I *a*+*b*	*H* II	*H* III	*Og a*	*Og b*
Porozitate, %	27	27	23,6	17,3	25,4	25,6
Permeabilitate absolută, mD	225	225	210	14,5	87	510
Saturaţie în apă interst., %	25	25	25	30	26,4	18,5
Factor volum		1,33	1,32	1,34	1,29	1,29
Densit. petrol, kgf/dm^3 RGT,	exclu-	0,805	0,825	0,840	0,875	0,875
m^3/m^3) — Pres.	siv ga-	107	100	100	100	100
sat., kgf/dm^3)	zeifer	152	163	200	250	250

Gazele libere din complexul H I *c* şi *d* conţin 93 % metan, 3,5 % —6,65 % etan etc.

Gradientul de presiune a zăcămintelor de hidrocarburi creşte, indiferent de complex, grup litofacial sau formaţiune, în raport cu adîncimea. Astfel, la 1 500 m adîncime el este de 11 kgf/dm^3, iar la 2 800 m de 15 kgf/dm^3. Gradientul geotermic se înscrie în limitele valorilor normale, fiind de circa 33 m/°C.

Apele asociate acumulărilor de hidrocarburi sînt de tipul $CaCl_2$, sugerînd condiţii bune de protecţie.

Acumulările de la Vîlcele corespund unei diversităţi de capcane: structurale, stratigrafice-inclusiv litologice, paleogeomorfice şi combinate.

Capcanele localizate în Oligocen şi aparţinînd grupului litofacial *b* au caracter pregnant structural, de tip boltit şi faliat. Cele ale grupului *a* reprezintă capcane combinate, în realizarea cărora contribuţia de seamă o are variaţia litologică, pe un fond structural cutat şi faliat. Cea mai mare parte a zăcămintelor helveţiene sînt rezultatul evoluţiei paleogeografice a regiunii, deci ar putea fi încadrate la categoria capcanelor paleogeomorfice (Martin, 1966). O bună parte a complexelor helveţiene constituie umplutura unei paleovăi, iar uşoarele deformări ale stratelor par să fie consecinţa procesului de tasare. În afara factorului paleogeografic, capcanele helveţiene poartă şi amprenta variaţiei litologice.

Multitudinea şi diversitatea capcanelor de la Vîlcele şi din alte sectoare cu condiţii geologice similare, nu pot fi sesizate de prospecţiunile geofizice, oricît de perfecţionată ar fi aparatura de înregistrare şi prelucrare a datelor. De aceea, în prezent, calea cea mai sigură de indentificare a unor astfel de capcane o constituie forajele de cercetare. Ori, în scopul sporirii eficienţei cercetărilor prin foraje, care sînt atît de costisitoare, se impune ca interpretarea datelor şi proiectarea noilor lucrări să nu se mai facă de pe poziţia strict structurală ci să ţină seama, într-o măsură din ce în ce mai mare, de factorii stratigrafici şi paleogeografici.

BIBLIOGRAFIE

[1] Martin, R. *Paleogeomorphology and its application to exploration for oil and gas* (with exemples from Western Canada). B.A.A.P.G. 50/10, pag. 2277—2311, Tulsa, 1966.

[2] Moise, C., Dumitru, V., Bîrsan E. şi Mocuţa, Tr. *Studiul posibilităţilor de punere în valoare a rezervelor de gaze din Helveţianul de la Vîlcele şi de investigare suplimentară a zăcămîntului.* 36 pag. Arhiva M.M.P.G., Cîmpina, 1972.

[3] Moise, C., Moldovan, I., Trancă, Al., Lupan, M., Ştefănescu, O. şi Bodea, I. *Exploatarea zăcămintelor din Helveţianul şi Oligocenul de la Vîlcele.* 49 pag. Arhiva M.M.P.G. Cîmpina, 1974.

[4] Paraschiv, D. *Piemontul Cîndeşti. Cercetări pentru verificarea posibilităţilor de aplicare a metodei geomorfologice în cercetarea zăcămintelor de hidrocarburi.* Şt. tehn. ec. H/2, 177 pag., Bucureşti, 1965.

[5] Paraschiv, D. *Evolution paleogéomorphologique du Piemont de l'Argeş au curs du Pliocene.* Rev. roum. géol., géoph., géogr., serie géogr., 8, Bucarest, 1964.

[6] Perescu, R., Rusu, D., Dobre, I., Cegolea, A., Pavlovschi, N., Andrei, D., Dippner, O., Grigorescu, D. şi Dumitru I. *Studiul posibilităţilor de dezvoltare a exploatării zăcămîntului de gaze din Helveţianul superior de la Vîlcele.* 51 pag. Arhiva M.M.P.G., Bucureşti, 1968.

[7] Popa, A., Dobre, I., Giuclea V., Langa Fl. şi Constantinescu, Fl. *Reestimarea rezervelor de hidrocarburi şi analiza posibilităţilor de intensificarea extracţiei şi mărirea factorului final de recuperare la zăcămîntul Vîlcele,* 37 pag. Arhiva M.M.P.G. Cîmpina, 1970.

Dr. geol. **D. Paraschiv** şi ing. **Gh. Popa**

Zăcămintele de hidrocarburi de la Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş*)

Activitatea de prospecţiune şi explorare desfăşurată în ultimele două decenii pe întreg întinsul ţării a permis punerea în evidenţă a numeroase acumulări noi de petrol şi gaze, în toate unităţile structurale majore cu formaţiuni sedimentare, inclusiv în partea de sud-est a depresiunii panonice, ce se dezvoltă pe teritoriul R. S. România. Dintre zăcămintele descoperite în cadrul unităţii menţionate, mai importante sînt acelea de la Calacea—Satchinez—Şandra—Variaş (din Banat) care au pus probleme deosebite în decursul explorării lor, probleme generate de evoluţia geologică a regiunii şi de condiţiile de acumulare a hidrocarburilor. Materialul de faţă îşi propune să sesizeze şi să încerce să explice cîteva aspecte particulare ale zăcămintelor respective.

Complexul de lucrări de cercetare efectuat pe marginea sud-estică a Depresiunii panonice (în Banat) a deschis şi investigat o succesiune stratigrafică ce începe cu fundamentul metamorfozat şi se termină cu Cuaternarul. Această succesiune ar putea fi separată în trei mari etaje structurale : etajul structural inferior, alcătuit din şisturi cristaline în facies mezozonal şi epizonal, etajul structural mediu, constînd din depozite cretacice, paleogene şi miocene inferioare şi etajul superior alcătuit din Tortonian **), Sarmaţian şi Pliocen. Întrucît sedimentarul din Banat n-a fost traversat în întregime în zona lui de maximă dezvoltare, se presupune că, sub Cretacic, există, pe alocuri, şi depozite mai vechi, aparţinînd Jurasicului şi Triasicului, după cum sugerează aflorimentele din Munţii Banatului sau datele de sondă din Crişana şi din Iugoslavia. Formaţiunile aparţinînd primelor două etaje structurale constituie fundamentul, iar depozitele ultimului etaj alcătuiesc, propriu-zis, Depresiunea panonică.

Aşa cum rezultă dintr-un studiu de sinteză realizat în anul 1973 (Ichim ş.a.), sedimentarul regiunii Calacea—Şandra—Satchinez—Variaş se dispune peste un fundament metamorfozat, constînd din filite, cuarţite, micaşisturi cloritice, şisturi sericito-cloritoase, şisturi amfibolice gnaisuri grano-gnaisuri etc., precum şi din granite, granodiorite, diorite, metagabbrouri diabaze şi melafire.

Primul termen al cuverturii sedimentare din sectorul Şandra—Calacea pare să aparţină Miocenului inferior, deşi o carotă mecanică provenită de la sonda 114 şi probele de sită recuperate din forajele 71, 73 şi 113 au avut microfaună (foraminifere) senoniană. Intervalele cu foraminifere cretacice se paralelizează, regional, cu orizonturile de vîrstă, sigur, miocenă, de aceea se consideră că microfauna senoniană este remaniată din sectoarele învecinate Orţişoara, Dudeşti şi Cărpiniş, unde prezenţa Cretacicului superior a fost dovedită.

Indicaţii asupra Paleogenului nu există pînă în prezent. De altfel, în Banat, a fost semnalat numai Eocenul şi acesta, la Jebel şi Stamora Română, puncte situate la distanţe destul de mari de regiunea Calacea—Şandra.

Cea mai completă succesiune a Miocenului care, în condiţiile arătate, fosilizează un relief preexistent, a fost semnalată la Calacea şi este reprezentată prin.

● *Complexul conglomeratic al Helveţianului*, întîlnit numai în sectoarele Calacea şi Satchinez. În partea de est a regiunii, grosimea conglomeratelor atinge 150 m, în sinclinalul nord Calacea probabil mai mult, în timp ce spre vest ea se reduce, continuu, pînă dispare la Satchinez. Galeţii, formaţi din elemente de şisturi cristaline, eruptiv şi din gresii, sînt bine rulaţi şi prinşi într-o matrice de nisip marnos. Carotele extrase din acest complex conglomeratic conţin microfaună (în special foraminifere), fragmente de lamellibranchiate, gasteropode, peşti şi resturi de plante. Urmărind distribuţia foraminiferelor pe verticală se constată că acestea se răresc continuu, pînă la dispariţie totală, către partea superioară a profilului, fapt care sugerează îndulcirea accentuată a apelor. Asociaţia microfaunistică se aseamănă cu cea atribuită Helveţianului în alte sectoare ale Banatului şi în Transilvania.

● *Complexul marnos compact*, identificat la Calacea, Satchinez şi în partea de est a sectorului Şandra se dispune, uneori, direct peste fundament. Grosimea lui maximă atinge 120 m la Satchinez, în timp ce la Calacea se reduce pînă la 2 m. Conţinutul paleontologic este similar celui din conglomeratele bazale, cu deosebirea că în complexul marnos creşte foarte mult frecvenţa fragmentelor de lamellibranchiate, gasteropode, diatomee, resturi de plante şi concreţiuni de pirită, ceea ce indică, atît o trecere către regimul dulcicol, cît şi regresiunea apelor. Ţinînd seama de conţinutul lor paleontologic, ambele complexe au fost atribuite Helveţianului (Ichim ş.a., 1973).

Peste Helveţian sau, uneori, direct peste fundamentul metamorfozat, la Calacea, Variaş şi Şandra a fost întîlnit Tortonianul, reprezen-

---

* Lucrare susţinută în cadrul Simpozionului *Capcane subtile cu hidrocarburi*, Bucureşti, 2—3 aprilie 1975

** Numeroşi cercetători preferă termenul de „Badenian" n locul Tortonianului.

tat prin termenii săi superiori. Ca şi Helveţianul, Tortonianul este constituit din două unităţi litostratigrafice.

● *Complexul conglomeratic*, prezent acolo unde Tortonianul se dispune direct peste fundament. Spre deosebire de psefitele helveţiene, conglomeratele Tortonianului sînt mai puţin cimentate şi conţin numeroase intercalaţii de gresii, nisipuri, marne şi argile. Galeţii sînt prinşi într-un ciment grezos-silicios. Grosimea complexului de conglomerate atinge 140—150 m la Calacea şi Variaş, reducîndu-se pînă la dispariţie în sectorul Satchinez. Intercalaţiile pelitice din complexul respectiv conţin o asociaţie micropaleontologică similară celei din zona cu Sphaeroidina bulloides ce caracterizează Tortonianul superior (Ichim ş.a., 1973).

● *Complexul marno-argilos*, incluzînd şi intercalaţii de calcare grezoase cu proprietăţi de rezervor, a fost identificat în toate cele patru sectoare, marcînd momentul imersiunii complete a regiunii în Miocen. Datorită etapei de denudaţie care a urmat Tortonianului, complexul marno-argilos are grosimi variabile, de la cîţiva metri pînă la 150 m. Conţinutul microfaunistic este oarecum similar celui determinat în complexul conglomeratic. Dacă în psefitele tortoniene predomină speciile de buliminide şi uvigerinide, în depunerile pelitice abundă formele de rotaliide şi nonionide caracteristice orizontului superior al Tortonianului (Ichim ş.a., 1973).

La Variaş, complexul marno-argilos este acoperit de un orizont de gresii calcaroase şi nisipuri cu intercalaţii de marne şi marno-calcare. Grosimea acestui orizont este de 15—45 m. În partea lui inferioară, microfauna determinată aparţine Tortonianului superior, în timp ce la partea terminală a fost identificată microfaună sarmaţiană, foarte asemănătoare celei din zona cu Quinqueloculina sarmatica (Sarmaţian inferior). Elemente paleontologice similare au mai fost semnalate şi în celelalte sectoare productive din regiune.

Sarmaţianul a mai fost, sigur, întîlnit pe periclinul vestic de la Şandra, de unde se continuă şi se dezvoltă către Tomnatec, deci către o zonă mai afundată şi cruţată de eroziune. Această distribuţie sugerează că Sarmaţianul s-a depus pe o arie mai largă, dar că el a fost erodat de pe structurile pozitive.

Succesiunea stratigrafică continuă cu Pliocenul, a cărui grosime variază în limite foarte largi, respectiv între 80 şi 2 000 m. De-a lungul aliniamentului structural Şandra—Calacea, Pliocenul, începe cu termeni diferiţi. Importanta transgresiune pliocenă s-a produs dinspre vest, adică dinspre sectorul mai afundat de la Şandra, apele continuînd să acopere, progresiv, întreaga regiune, pînă cînd au depăşit sectorul cel mai ridicat de la Calacea. În afara influenţei exercitate de sensul şi intensităţile mişcărilor de ansamblu, depunerile Pliocenului bazal au mai fost controlate şi de formele reliefului preexistent, destul de variat şi de energic.

În baza Pliocenului se întîlneşte, de regulă, un orizont grezo-nisipos ori marno-calcaros, uneori heterocron, reprezentînd un litofacies al transgresiunii post-miocene. Orizontul respectiv este de multe ori steril, rarele specii de ostracode găsite aici caracterizînd Meoţianul superior (Ichim ş.a., 1973).

Succesiunea continuă cu un complex predominant marnos, în cadrul căruia, pe periclinul vestic de la Şandra, se dezvoltă două orizonturi de gresii şi nisipuri cu grosimi de 150 m fiecare. Către est, grosimea acestor orizonturi descreşte foarte repede, pînă dispar complet. Şi mai la est, adică în sectoarele Satchinez şi Calacea, apar nisipuri, la alte niveluri, dar acestea au o dezvoltare lenticulară. Complexul marnos conţine o bogată asociaţie de ostracode, similară celei din zonele cu Caspiolla balcanica şi cu Loxoconcha schweyri, ambele indicînd un echivalent panonic al Ponţianului (Ichim ş.a., 1973).

La partea superioară a Pliocenului se dezvoltă o serie predominant psamitică, constînd din nisipuri şi gresii, cu intercalaţii de microconglomerate şi argile. Se presupune că această serie este echivalentul Dacianului şi Levantinului din bazinul pontic.

Suita sedimentară a Depresiunii panonice se încheie cu Cuaternarul alcătuit dintr-o alternanţă de nisipuri, argile şi conglomerate, din depozite de terasă şi din aluviuni.

În tectogeneza formaţiunilor sedimentare din regiunea Calacea—Şandra se detaşează doi factori principali : procesul de tasare a depozitelor care acoperă şi mulează paleoreliefuri, mai ales forme morfostructurale ale suprafeţei fundamentului, şi mişcările disjunctive ce au avut loc în diferite etape ale evoluţiei depresiunii.

Privind lucrurile la o scară cu totul regională, fundamentul metamorfozat şi cuvertura sedimentară coboară de la est către vest, deci către centrul Depresiunii panonice. Pe fondul acestui homoclin se remarcă un pinten, un interfluviu sau un adevărat masiv muntos, care se desprinde din Munţii Banatului şi se afundă continuu, de la Calacea, la Satchinez şi apoi la Şandra. Între primul şi ultimul punct menţionat, adică pe o distanţă de circa 25 km, soclul metamorfozat se afundă cu circa 1 150 m. Din masivul principal se desprinde, în dreptul localităţii Calacea, o importantă ramificaţie în direcţia Variaş (fig. 1).

La rîndul lui, masivul îngropat prezintă un relief propriu, de ordinul 2, 3 etc. constînd, în principal, din culminaţii şi şei. Atît formele majore, cît şi unele detalii de relief, trădează, probabil, structura complexă a fundamen-

tului, respectiv existența a numeroase falii și blocuri, de amplitudini și dimensiuni diferite și a unor vechi elemente plicative. În același timp, varietatea reliefului fosilizat trebuie să reflecte și eterogenitatea rocilor care alcătuiesc soclul, adică relația dintre rocă și formă (de relief).

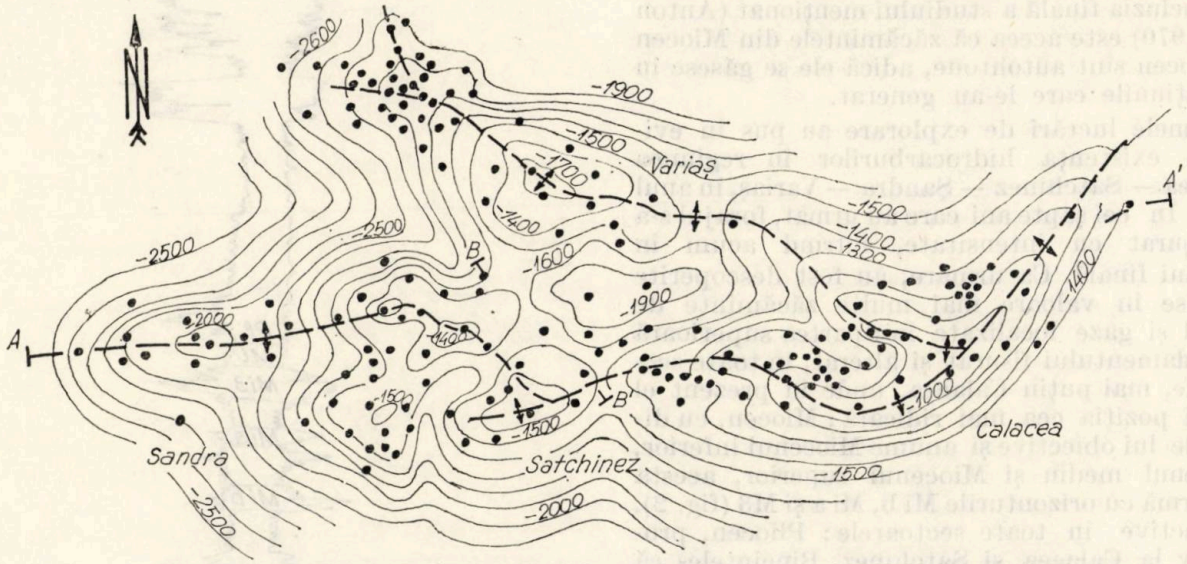


Fig. 1. Harta structurală a regiunii Calacea—Șandra—Variaș de la baza Neogenului.

Cuvertura miocenă, de regulă mai dezvoltată în dreptul paleoreliefurilor negative și mai redusă în dreptul celor pozitive, a împrumutat formele preexistente, rezultînd structuri de tasare. Între Tortonian și Meoțianul superior a avut loc o nouă etapă de gliptogeneză, cînd s-a format, deci, alt paleorelief, o nouă generație de forme. Trăsăturile majore ale acestui nou relief corespund, practic, cu cele ale fundamentului, fapt ce sugerează că denudația a fost dirijată de aceleași cauze și anume de o serie de paleostructuri care par să fi fost active în decursul timpurilor. În detaliu, friabilitatea mult mai mare a rocilor miocene a permis realizarea unei game mai variate de forme. Formațiunile pliocene de deasupra sînt implicate și ele în structuri de tasare, dar de amplitudini mai mici, comparativ cu cele miocene. Structurile de tasare, realizate la toate nivelurile stratigrafice, au fost fragmentate în numeroase blocuri de către accidentele tectonice generate sau reactivate în decursul evoluției regiunii.

Jocul pe verticală, în sensuri și cu intensități diferite, ale numeroaselor blocuri tectonice, repetatele faze de gliptogeneză, au condus la fisurarea și alterarea rocilor compacte (mai ales a celor din fundamentul metamorfozat), erodarea diferențială, parțială sau totală a diverșilor termeni stratigrafici, la variații de litofacies, la distribuția neuniformă a formațiunilor miocene și pliocen-inferioare, la realizarea unor tipuri de capcane complexe cum sînt cele structurale, stratigrafice (inclusiv litologice), paleogeomorfologice și combinate.

Așa cum rezultă din succinta prezentare geologică, în regiune există mai mulți termeni stratigrafici cu proprietăți de roci colectoare, respectiv partea superioară a fundamentului fisurat și alterat, complexele conglomeratice ale Helvețianului și Tortonianului, intercalațiile de calcare grezoase din complexul marno-argilos al Tortonianului, orizontul de gresii calcaroase și nisipuri de la limita To/Sa, orizontul grezo-nisipos din baza Pliocenului și numeroasele lentile de gresii și nisipuri identificate în Miocen și Pliocen. Dat fiind că cercetarea și dezvoltarea zăcămintelor de la Calacea—Șandra s-a realizat în timp și din aproape în aproape, diversele orizonturi productive au căpătat, așa cum se va vedea mai tîrziu, denumiri și accepțiuni diferite de cele care s-au conturat în ultimul timp, după elaborarea unei sinteze stratigrafice.

Ținînd seama de evoluția regiunii, majoritatea formațiunilor protectoare prepliocene au valoare mai mult locală. Pe lista ecranelor de protecție pot figura complexul marnos compact al Helvețianului, complexul marno-argilos din Tortonian, complexul marnos al Ponțianului și alte orizonturi pelitice cu dezvoltări diferite.

Potrivit unor studii geochimice recente (Anton ș.a., 1970) Miocenul și Pliocenul Depresiunii panonice întrunesc condiții favorabile genezei hidrocarburilor, condiții sugerate de:

- existența mediului reducător, caracterizat prin prezența mineralelor de fier bivalent (pirită, siderit, leptoclorit, glauconit), care au favorizat transformarea materiei organice în hidrocarburi;
- abundența materiei organice în marno-argilele miocene și în marnele și marno-calcarele

pliocene; cantitatea de substanţă organică este mai mare în Pliocen;

• identitatea ţiţeiurilor în ceea ce priveşte compoziţia chimică detaliată. Extractele din roci conţin hidrocarburi saturate, a căror compoziţie este similară cu cea a ţiţeiurilor produse de sonde.

Concluzia finală a studiului menţionat (Anton ş.a., 1970) este aceea că zăcămintele din Miocen şi Pliocen sînt autohtone, adică ele se găsesc în formaţiunile care le-au generat.

Primele lucrări de explorare au pus în evidenţă existenţa hidrocarburilor în regiunea Calacea — Satchinez — Şandra — Variaş, în anul 1968. În cei şapte ani care au urmat, forajul s-a desfăşurat cu intensitate, intrînd acum în faza lui finală. Ca urmare, au fost descoperite şi puse în valoare mai multe zăcăminte de petrol şi gaze localizate în: partea superioară a fundamentului fisurat şi alterat, în toate sectoarele, mai puţin Calacea, unde în prezent el ocupă poziţia cea mai ridicată; Miocen, cu diversele lui obiective şi anume Miocenul inferior, Miocenul mediu şi Miocenul superior, acesta din urmă cu orizonturile Mi b, Mi a şi M3 (fig. 2), productive în toate sectoarele; Pliocen, productiv la Calacea şi Satchinez. Bineînţeles că această distribuţie rezultă din imaginea de ansamblu asupra regiunii. În detaliu însă, prezenţa şi dimensiunile orizonturilor productive diferă de la sector la sector, de la bloc la bloc şi chiar în cadrul aceluiaşi bloc tectonic, ţinînd seama de detaliile structurale, variaţiile de litofacies şi evoluţie geologică (fig. 3).

Numeroase acumulări, localizate în fundament, Miocen sau în Pliocen, sînt constituite din benzi de petrol cu cap primar de gaze. Altele, însă, conţin numai petrol şi gaze asociate. În anumite sectoare, fundamentul şi Miocenul alcătuiesc zăcăminte comune, de tip masiv, limitele dintre fluide fiind aceleaşi (fig. 3). Cea mai mare parte a acumulărilor, însă, reprezintă zăcăminte stratiforme.

La nivelul fundamentului, capcanele sînt de tip structural şi, numai într-o măsură redusă de tip combinat (structural-litologic-paleogeomorfic), dat fiind faptul că variaţia gradului de fisurare şi alterare dă naştere la ecrane şi conduce, deci, la o distribuţie neuniformă a fluidelor. Aproape toate capcanele localizate în Miocen sînt de tip combinat, respectiv structurale, stratigrafice şi paleogeomorfice. În Pliocen predomină capcanele structurale.

Adîncimea formaţiunilor productive creşte de la est (Calacea) către vest (Şandra) în raport cu poziţia fundamentului. Astfel, la Calacea, Miocenul şi Pliocenul produc între adîncimile de circa 760 m şi 1100 m s.n.m. La Satchinez, cele două obiective, plus fundamentul alterat, au hidrocarburi între izobatele de 1 220 m şi 1 670 m. În sfîrşit, la Şandra, stratele productive (fundament, Miocen, Pliocen) au fost întîlnite între 1 960 şi 2 120 m s.n.m.

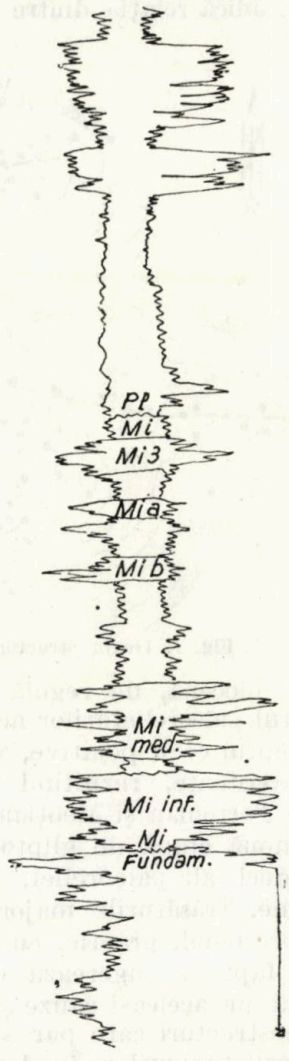


Fig. 2. Profilul tip al Miocenului şi Pliocenului inferior de la Calacea—Şandra—Satchinez.

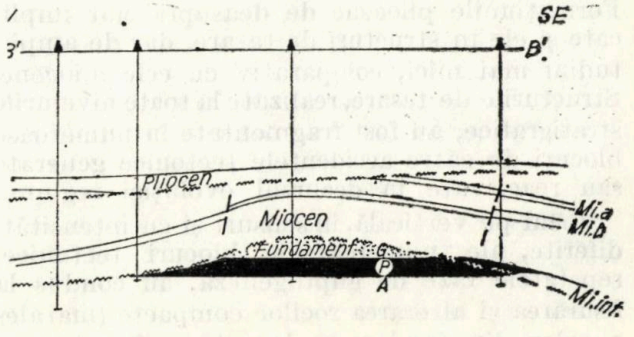


Fig. 3. Secţiune geologică transversală în sectorul Satchinez (după F. Langa).

Desigur că în condiţiile distribuţiei fragmentare a numeroaselor formaţiuni productive, a variaţiilor de facies şi a adîncimii diferite a zăcă-

cămintelor, comportarea acestora este eterogenă.

Principalii parametri fizici ai rezervoarelor și petrolului pot fi rezumați în felul următor :

	Fundament	*Miocen*	*Pliocen*
Grosime efectivă, m	10—104,7	2—81,7	2,5—14
Porozitate, %	16 (val. medie)	18—27	23—25
Permeabilitate, mD	3—130	5—300	150—640
Saturație în apă interst., %	42 (val. medie)	25—47	24—32
Factorul micșorării volum.	1,56—1,85	1,23—1,82	1,39—1,5
Densitatea petrolului kgf/dm³	0,80	0,79—0,81	0,79
Rația de gaze, m³/t	152—194	57—184	104—147
Presiuni inițiale, atm	155—235	99—220	99—147

În ceea ce privește grosimea efectivă a rezervoarelor din partea superioară a fundamentului, aceasta prezintă valori mai mari (56—104,7 m) în dreptul granitelor care au suferit fisurări și alterații pe intervale foarte largi, comparativ cu sedimentarul metamorfozat. De asemenea, mai trebuie reținut că saturația în apă interstițială, precum și rația de gaze, depind, în bună măsură, de apropierea sau depărtarea față de limitele zonei saturate cu petrol.

Așa cum s-a arătat și într-un articol anterior (Paraschiv, Cristian, 1974) regiunea Calacea—Satchinez — Șandra — Variaș se caracterizează printr-un gradient geotermic mare (peste 5°/100 m), ceea ce înseamnă că treapta geotermică este de 18—20 m/°C. Aceasta se explică prin grosimea redusă a sedimentarului și a scoarței terestre, precum și prin existența a numeroase fracturi de adîncime care au favorizat un flux caloric foarte pronunțat.

Studiul apelor de zăcămînt, de curînd efectuat (Ichim ș.a., 1973), a permis cîteva constatări interesante. La nivelul fundamentului, apele au mineralizații de 4—19 g/l și sînt de tipul $NaCl_2$ și $MgCl_2$. Această situație se întîlnește la Satchinez și ea indică un amestec al apelor de zăcămînt cu cele în curs de transformare chimică. La Șandra și Variaș au fost semnalate ape continentale cu caracter vados (HCO_3). La est de Șandra, mineralizația scade pînă la 1 g/l, locul apelor de tip $MgCl_2$ fiind luat de apele continentale fosile ($NaHCO_3$). Rezervoarele Helveția nului conțin ape cu mineralizații de 7—30 g/l, ele fiind de tipul $CaCl_2$ la Variaș și $NaCO_3$ la Calacea. Cele două orizonturi ale Tortonianului se caracterizează prin concentrații de 7—27 g/l, apele fiind de tipul $CaCl_2$ (complexul conglomeratic) și $NaCO_3$ (complexul calcarelor grezoase). Valoarea indicilor geochimici crește către sud-vest și sud-est sugerînd o migrație a apelor, în trecutul îndepărtat, în direcțiile respective. Apele din Tortonian conțin fenoli, amoniu și brom, elemente care indică existența acumulărilor de țiței. Pliocenul se remarcă prin fluide cu mineralizații reduse (2—13 g/l), de tipul $NaHCO_3$ și HCO_3. Conținutul redus de sulfați, care nu depășesc 0,2% din valoarea totală a anionilor și, în general, parametrii hidrochimici determinați, indică un grad redus de închidere hidrogeologică. Și în aceste ape se remarcă prezența fenolilor, a amoniului (de la urme pînă la 90 g/l) și a bromului — pînă la 11,25 mg/l — toate elementele la un loc, atestînd existența zăcămintelor de petrol.

Date fiind condițiile geologice și de acumulare foarte variate, este de așteptat ca și regimurile zăcămintelor să fie tot atît de diverse. Într-adevăr, acumulările de petrol, fără cap primar de gaze, își datoresc energia expansiunii gazelor din soluție. Zăcămintele cu cap primar de gaze produc în regim mixt, energia fiind generată de expansiunea gazelor din capul primar. Zăcămintele localizate în rezervoarele fisurate ale fundamentului se remarcă printr-un regim de apă activă.

În scopul realizării unei exploatări raționale, în Miocenul de la Satchinez s-a inițiat, în anul 1973, un proces de injecție de apă, urmînd ca metodele de recuperare secundară să fie extinse treptat, la toate obiectivele care se pretează la o exploatare eficientă prin astfel de metode.

Examinînd hărțile și profilurile geologice din regiune se constată că morfologia fundamentului metamorfozat, zonele de dezvoltare a formațiunilor miocene și distribuția acumulărilor localizate în acestea nu concordă perfect cu imaginea structurală definită în timpul Pliocenului. Rezultă că în Miocen, condițiile geologice au diferit și că actuala localizare a zăcămintelor de hidrocarburi în cadrul structurii majore trebuie să fie, parțial, efectul unor procese de redistribuire a fluidelor.

Într-adevăr, examinînd creasta Șandra—Satchinez—Calacea, se constată, așa cum s-a mai spus că, de-a lungul ei, poziția cea mai ridicată o deține, în prezent, sectorul de la Calacea. Repartiția formațiunilor prepliocene, însă, sugerează că în Miocen și imediat în continuare,

zona cea mai ridicată era aceea de la Şandra, unde fundamentul metamorfozat este acoperit direct de Pliocen. Urma apoi sectorul Satchinez în cadrul căruia creasta de cristalin era numai parţial protejată de sedimentar şi, în sfîrşit, sectorul Calacea, cu cea mai mare grosime de depozite miocene ce acopereau complet fundamentul (fig. 4, poziţia A). Cu alte cuvinte, în timpul Miocenului, masivul Calacea—Şandra—Satchinez se înălţa continuu de la est către vest. În consecinţă, denudaţia a îndepărtat sedimentarul neogen şi o parte din şisturile cristaline, în raport cu intensitatea mişcărilor pozitive şi cu poziţia fiecărei culminaţii din componenţa structurii majore. În aceste condiţii fundamentul de şisturi cristaline a putut fi transformat în rezervor numai acolo unde el a fost expus, venind în contact cu agenţii atmosferici. Aşa se explică faptul că soclul metamorfozat este productiv numai la Şandra şi Satchinez.

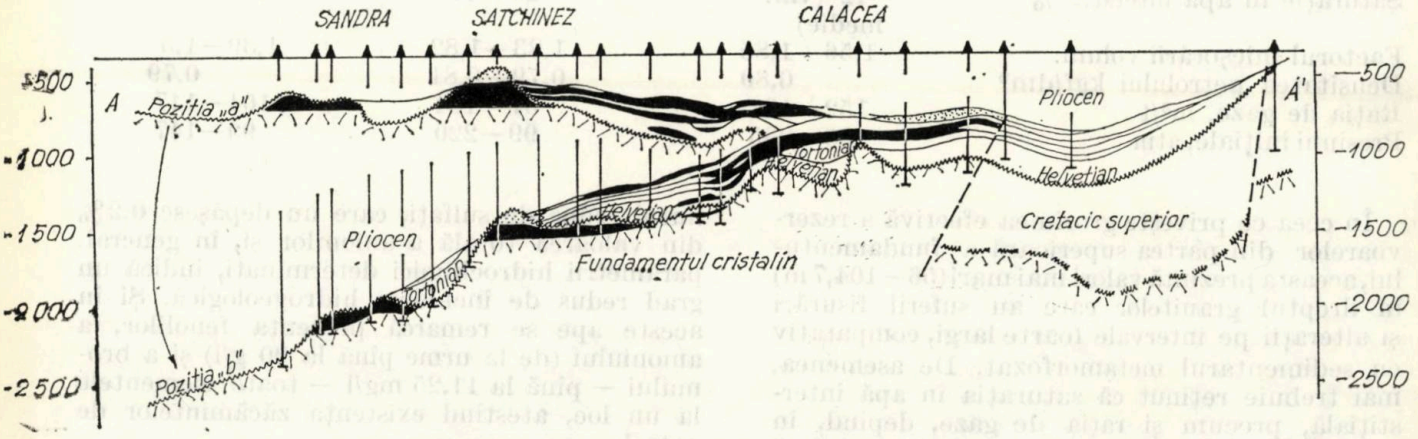


Fig. 4. Secţiune geologică longitudinală în sectorul Calacea—Satchinez:
a — situaţia la începutul pliocenului; *b* — situaţia actuală.

La începutul Pliocenului, regiunea, în ansamblul ei, a suferit mişcări de coborîre, permiţînd apelor mării să acopere, treptat, mai întîi formele negative de relief, flancurile şi, în final, crestele. Acum se depune Pliocenul inferior, predominant pelitic. Pe măsura continuării şi accentuării procesului de subsidenţă, mai ales în sectoarele coborîte, hidrocarburile care luau naştere migrau către sectoarele cele mai ridicate ale „masivului" Şandra—Calacea, impregnînd spaţiile poroase şi permeabile, corespunzînd fundamentului, Miocenului şi lentilelor din Pliocen. Potrivit configuraţiei structurale reconstituite (fig. 4, poziţia A), hidrocarburile s-au acumulat, preferenţial, în sectorul Satchinez.

Către sfîrşitul perioadei de depunere a seriei pelitice din baza Pliocenului, procesul de subsidenţă s-a accentuat, dar nu în mod uniform, ci pe direcţia est-vest, adică dinspre marginile depresiunii către centrul acesteia. Faptul respectiv a avut darul să modifice, chiar să inverseze, raporturile dintre cele trei sectoare ale structurii majore, ajungîndu-se în final ca zona de la Şandra să ocupe poziţia cea mai coborîtă, iar zona Calacea să se menţină într-o poziţie relativ ridicată (fig. 4, poziţia B). În această situaţie, sub acţiunea presiunii depozitelor pliocene care s-au acumulat continuu şi în grosimi apreciabile, migraţia hidrocarburilor a început să se producă în două sensuri: odată dinspre nord şi sud, adică dinspre sinclinalele adiacente şi, a doua oară, de la vest către est, în lungul structurii. Acest din urmă sens s-a realizat, în special, pe seama acumulărilor deja puse în loc la începutul Pliocenului, fiind vorba, deci, de o redistribuire a hidrocarburilor. Dată fiind aria de răspîndire a formaţiunilor prepliocene, variaţiile de porozitate şi de permeabilitate a acestora, redistribuirea fluidelor nu s-a putut realiza în concordanţă perfectă cu noua configuraţie structurală. De aceea localizarea, astăzi aberantă, a unor acumulări, s-ar explica numai acceptînd alte condiţii structurale în timpul punerii lor în loc. Ele ar reprezenta, deci, „zăcăminte epigenetice". Desigur, migraţia hidrocarburilor de la Şandra—Calacea a fost favorizată de existenţa a numeroase discordanţe stratigrafice ca şi de gradientul de temperatură foarte ridicat în regiune (Paraschiv, Cristian, 1974).

Acumulările de la Calacea—Şatchinez—Şandra reflectă condiţiile complexe care au determinat formarea zăcămintelor de hidrocarburi din Depresiunea panonică. În acelaşi timp ele atrag atenţia asupra necesităţii utilizării unor tehnici perfecţionate de cercetare şi a pregătirii profunde şi multilaterale a celor care orientează lucrările geologice, astfel încît acestea să fie conduse de pe poziţia unor concepţii moderne şi flexibile.

BIBLIOGRAFIE

[1] Anton S. ş.a., *Cercetări metodologice de laborator pe roci, ţiţeiuri şi gaze, pentru cunoaşterea genezei şi migraţia hidrocarburilor în teritoriul R.S.R. Pliocenul din depresiunea panonică.* 1970, 44 pag. Arhiva M.M.P.G., Bucureşti.

[2] Giuglea, V., Langa, Fl. şi Oprişan N. *Cercetări pentru punerea în valoare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze noi descoperite şi îmbunătăţirea zăcămintelor vechi Zăcămintele de la Calacea-Satchinez-Sandra-Variaş.* 1972, 84 pag. Arhiva M.M.P.G. Cîmpina.

[3] Giuglea, V. *Zăcămintele de hidrocarburi fluide de pe structura Şandra Sud.* 1973, 22 pag., Arhiva M.M.P.G., Cîmpina.

[4] Giuglea, V. şi Cristea, L. *Zăcămintele de la Calacea-Satchinez.* 1973, 51 pag. Arhiva M.M.P.G., Bucureşti.

[5] Ichim, Tr. *Studiul geologic complex de detaliu asupra aliniamentului structural Sandra-Variaş-Satchinez-Calacea.* 1973, 48 pag. 11 anexe. Arhiva M.M.P.G., Bucureşti.

[6] Paraschiv D. şi Cristian, *M. Cu privire la particularităţile regimului geotermic din sud-estul depresiunii panonice.* 1974, Manuscris, 11 pag., Bucureşti.

Prof. dr. docent **L. Dobrescu**

Stabilirea unui model matematic generalizat al procesului de măcinare

Majoritatea cercetătorilor care s-au ocupat de cinetica măcinării consideră că procesul se desfăşoară în timp după legile cineticii chimice formale [1, 2].

Studiile întreprinse au arătat însă că măcinarea se desfăşoară diferit în timp, în funcţie de granulometria iniţială a materialului care se macină [3, 4, 5].

Această observaţie a condus, în ultimul timp, la ideea că legile cineticii chimice nu pot fi aplicate decît dacă se pleacă de la materiale monodisperse. În caz contrar, legile de desfăşurare în timp ale măcinării sînt esenţial diferite.

Huber Panu, într-o lucrare relativ recentă [6], a emis ipoteza că cinetica procesului de măcinare poate fi exprimată cu ajutorul vitezei de măcinare dată de relaţia :

$$W = \frac{dH_i(t)}{dt} = k_i \sum_{i-2}^{n} b_i \, e^{-k_i t} \qquad (1)$$

în care :

b_i este o constantă care poate fi determinată experimental;

k_i — probabilitatea cu care se macină unitatea de masă în unitatea de timp şi are valoarea :

$$k_i = C x_i^{\alpha} \qquad (2)$$

în care :

$$C = k_m / x_m^{\alpha},$$

α este exponentul care apare în legea sfărîmării a lui Charles;

x_i — dimensiunea materialului care se sfărîmă.

Termenii k_m şi x_m corespund dimensiunii maxime a materialului supus măcinării.

Fracţiunea de material mai mare decît dimensiunea de măcinare (refuzul pe sita respectivă) este :

$$R_i(t) = \sum_{i=2}^{n} b_i \, e^{-k_i t} \qquad (3)$$

Pentru măcinarea în flux continuu, Huber Panu dă relaţia [7] :

$$R_i(q) = 1 - \sum_{j=i+1}^{n} b_{j,i} \int_0^{\infty} \varphi(t) \, e^{-k_j t} \, dt \qquad (4)$$

în care :

$R_i(q)$ este fracţiunea de granule care rămîne pe sita i după un timp t, dacă se face alimentarea cu un debit specific q;

$b_{j,i}$ — constantă care se poate determina experimental;

$\varphi(t)$ — o funcţie de repartiţie a probabilităţii de rămînere a materialului în maşina de măcinare putînd fi calculată cu relaţia :

$$\varphi(t) = \frac{t^{m-1} \, e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau^m \, (m-1)!} \qquad (5)$$

unde τ este timpul mediu de şedere a granulelor în moară, iar m un parametru ce depinde de condiţiile de măcinare şi care poate fi determinat experimental.

Dacă se introduce valoarea lui $\varphi(t)$ în relaţia (4) şi se fac calcule, se obţine :

$$R_i(q) = 1 - \sum_{j=i+1}^{m} b_{ji} \left(\frac{nq}{nq + k_j} \right)^m \qquad (6)$$

în care $q = 1/\tau$ este debitul specific de alimentare.

Zagustin, plecînd de la aceleaşi ipoteze ca şi Huber Panu, ajunge la concluzia că ecuaţia curbei cumulate a refuzurilor poate fi exprimată după un timp t de la începerea măcinării prin relaţia :

$$R(x_i, t) = \frac{(a\,x\,t)^k}{\Gamma(x)}\, e^{-axt} \qquad (7)$$

în care :

x_i este dimensiunea de măcinare ;
x — dimensiunea medie a materialului iniţial ;
k şi a — constante ce pot fi determinate experimental;
$\Gamma(x)$ — funcţia de repartiţie gama.

Cînd $k = 0$ ecuaţia de mai sus corespunde cu ecuaţia Rosin-Ramler în care n din funcţia Γ este egal cu 1.

Deşi relaţiile stabilite de Huber Panu, Zagustin şi de alţi cercetători [8] corespund mai bine realităţii decît cele determinate pe baza teoriei cineticii chimice formale, ele nu reflectă, cu exactitate, procesul de măcinare deoarece nu ţin seama de toate stările precedente prin care a trecut o anumită granulă înainte de a fi sfărîmată de la dimensiunea i la j.

În acest studiu se propune să se determine un model matematic care să reprezinte cît mai fidel desfăşurarea în timp a măcinării, folosind o metodă statistică de calcul, care a fost aplicată de autor şi în cercetarea altor procese de preparare [9, 10].

Pornind de la premisa că, atît materialul de alimentare, cît şi produsele măcinării sînt alcătuite dintr-un număr foarte mare de granule cu proprietăţi aleatorii (dimensiuni, caracteristici structural mecanice, forme etc.), este logic să se admită că desfăşurarea în timp a procesului de măcinare poate fi studiată cu ajutorul legilor statistice.

În măcinare, proprietăţile granulelor variază, atît ca dimensiuni, cît şi ca rezistenţă. Evoluţia în timp a procesului depinde, atît de stările iniţiale, cît şi de cele intermediare, în care se produc modificări continue ale caracteristicilor iniţiale ale granulelor pînă se ajunge la produsul final. Fenomenul considerat în etapele sale succesive urmează legile statistice ale unui lanţ cu legături complete. Determinarea evoluţiei probabile a măcinării poate fi încadrată de aceea în problema generală pentru statisticile efectuate în raport cu caracterisici variabile ale sistemului.

În această categorie de probleme pot fi incluse şi procese de măcinare care decurg după scheme complexe, cu retratarea produselor intermediare.

O schemă a unui circuit cu retratare completă este reprezentată în figura 1.

Din punct de vedere statistic, procesul de măcinare poate fi reprezentat în felul următor.

În moară se găseşte, la un moment dat, t_0, o colectivitate de granule care se împarte, după dimensiuni, în n clase diferite $A_i (i = 1,2,\ldots n)$.

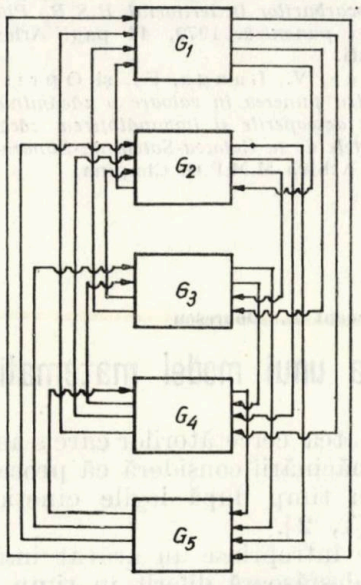


Fig. 1. Schema unui circuit cu retratare completă.

Probabilitatea ca o granulă care face parte din clasa A_i la timpul t să treacă în clasa A_j în intervalul t şi $t + \mathrm{d}t$ este $f_{ij}(t,t_0)\ \mathrm{d}t$. Probabilitatea ca o granulă care face parte din clasa A_i la timpul t_0 să treacă în intervalul $t + \mathrm{d}t$ în toate celelalte grupe este :

$$F_i(t, t_0)\ \mathrm{d}t = \sum_{j=1}^{n} f_{i,j}(t,t_0)\ \mathrm{d}t \qquad (8)$$

Probabilitatea ca o granulă care face parte din clasa A_i la timpul t_0 să rămînă şi la timpul t în aceeaşi clasă este :

$$p_{ii}(t_0, t) = e^{-\int_{t_0}^{t} F_i(t,\, x t_0)\ \mathrm{d}x} \qquad (9)$$

Pentru determinarea compoziţiei granulometrice a materialului măcinat (deci pentru a determina compunerea diverselor clase rezultate) pe baza probabilităţilor de mai sus se notează cu $N_i(t)$ numărul mediu de granule din clasa A_i care au vîrsta t (înţelegînd prin vîrstă timpul cît a trecut din momentul în care se începe măcinarea), şi cu $N_i(t,\ t_0)\ \mathrm{d}t_0$ numărul mediu de granule de vîrsta t, care au intrat pentru ultima dată în grupa A_i, cu o vîrstă cuprinsă între t_0 şi $\mathrm{d}t_0$.

Rezultă că numărul de granule dintr-o clasă oarecare A_i, la timpul t, după începerea măcinării, este :

$$N_i(t) = N_i(0)\ p_{ii}(0, t) + \int_0^t N_i\ (t, t_0)\ \mathrm{d}t_0 \qquad (10)$$

Primul termen din dreapta al relaţiei (10) reprezintă cantitatea de granule din clasa A_i care au rămas în aceeaşi clasă şi după trecerea

timpului t de la începerea măcinării. Al doilea termen reprezintă cantitatea de granule care a intrat în clasa A_i în intervalul de timp t de la începerea măcinării, venind din celelalte clase indiferent de circuitul pe care l-au parcurs.

Rezolvarea integralei din relaţia (11) se face cu ajutorul teoriei ecuaţiilor liniare transgresive cu limite variabile după metoda stabilită de H. Ionescu (11).

Rezultatul calculelor, care sînt laborioase, conduce la următoarea relaţie pentru $N_i(t)$:

$$N_i(t) = N_i(0)\ p_{ii}(0, t) + \\ + \sum_{j=1}^{n} N_j(0) \int_0^t p_{ii}(s, t) \sum_{r=1}^{\infty} K_{ji}^{(r)}(s, 0)\, ds \quad (11)$$

în care :

$N_j(0)$ este numărul de granule care se găsesc la începerea măcinării (t_0) într-o clasă oarecare $j (j \neq i = 1,2, \ldots, n)$.

$\sum K_{ji}^{(r)}(s,0)ds$ — probabilitatea ca o granulă care la începutul măcinării se găsea în clasa A_j să intre în clasa A_i în intervalul s şi $s + ds$, indiferent de numărul de clase prin care a mai trecut între timp.

Valorile lui $K_{ji}^{(r)}(s, 0)\, ds$ pentru diferite grade de iteraţie r sînt date de relaţiile :

$$K_{ji}^{(1)}(s, 0)\, ds = p_{jj}(0, s)\, f_{ji}(s, 0)\, ds$$

$$K_{ji}^{(2)}(s, 0)\, ds = \sum_{h=1}^{n} ds \int_0^s p_{jj}(0, t_h)\, f_{jh}(t_h, 0) \cdot \\ \cdot p_{hh}(t_h, s)\, f_{hi}(s, t_h)\, dt_h$$

$$K_{ji}^{(3)}(s, 0)\, ds = \sum_{g=1}^{n} \sum_{h=1}^{n} ds \int_0^s dt_h \int_0^{t_h} p_{jj}(0, t_g) f_{jg}(t_g, 0) \cdot \\ \cdot p_{gg}(t_g, t_h)\, f_{gh}(t_h, t_g) \cdot p_{hh}(t_h, s)\, f_{hi}(s, t_h)\, dt_g \quad (12)$$

$$K_{ji}^{(4)}(s, 0)\, ds = \\ = \sum_{f=1}^{n} \sum_{g=1}^{n} \sum_{h=1}^{n} ds \int_0^s dt_h \int_0^{t_h} dt_g \int_0^{t_g} p_{jj}(0, t_f)\, f_{jf}(t_f, 0) \cdot \\ \cdot p_{ff}(t_f, t_g)\, f_{fg}(t_g, t_f)\, p_{gg}(t_g, t_h)\, f_{gh}(t_h, t_g) \cdot \\ \cdot p_{hh}(t_h, s)\, f_{hi}(s, t_h)\, dt_f.$$

$$K_{ji}^{(5)}(s, 0)\, ds = \sum_{c=1}^{n} ds \int_0^s dt_f \int_0^{t_f} K_{ei}^{(4)}(s, 0) \cdot \\ \cdot p_{jj}(0, t_e)\, f_{je}(t_e, 0)\, dt_e$$

$$K_{ji}^{(n)}(s, 0) d_j = \\ = \sum_{x=1}^{n} ds \int_0^s dt_y \int_0^{t_x} K_{xi}^{(n-1)}(s, 0) p_{jj}(0, t_x) f_{jx}(t_x\, 0)\, dt_x$$

În aceste relaţii s-au notat cu h, g, f etc. indicii diverselor clase prin care trec granulele. Din punct de vedere fenomenologic, $K_{ji}^{(1)}(s, 0)ds$ reprezintă probabilitatea ca o granulă să treacă din clasa A_i în A_j în intervalul s la $s + ds$ în clasa A_j, după ce în intervalul 0 la s, a mai trecut printr-o clasă oarecare A_h (în care $h = 1,2, \ldots n$,)

$K_{ji}^{(r)}(s, 0)\, ds$ reprezintă probabilitatea ca o granulă din clasa A_i să treacă în intervalul s la $s + ds$ în clasa A_j după ce în timpul s a mai trecut prin $r - 1$ clase A_h, A_g, A_f etc. în care $h,g,f, \ldots x = 1,2, \ldots n$).

În teoria generală, intrările într-o grupă oarecare A se face fără nici o restricţie, deci printre indivizii intraţi într-un anumit interval de timp pot fi şi aceia care au mai fost eliminaţi din acest grup şi au trecut prin alte grupe. În cazul măcinării, unde modificările sînt ireversibile, o granulă ieşită dintr-o clasă nu se mai poate întoarce în clasa respectivă, astfel că $r \leqslant n - 1$.

O altă caracteristică specifică măcinării este că probabilităţile instantanee de trecere dintr-o clasă în alta $f_{ij}(s, t)$ sînt constante. Pentru aceste probabilităţi Huber Panu a propus, aşa cum s-a arătat, valoarea dată de relaţia (2). Această relaţie este valabilă dacă se admite că probabilitatea de măcinare a unui material depinde numai de starea (dimensiunea) lui iniţială nu şi de cea finală. Deoarece acest lucru nu corespunde cu realitatea, este mai corect dacă se admite că probabilitatea de măcinare variază invers proporţional cu energia care se consumă cînd se reduce dimensiunea de la x_i la x_j, avînd valoarea :

$$\mu_{ij} = C \frac{(\quad i)}{x_i - x_j} \quad (13)$$

constanta C fiind în acest caz egală cu probabilitatea măcinării unui material cu dimensiuni infinite (x_M) pînă la dimensiunea x_m egală cu unitatea, cu condiţia $x_M \gg x_m = 1$.

Dacă se ţine seama de aceste considerente, relaţia (11) poate fi folosită ca model matematic al procesului de măcinare.

Pentru exemplificare se consideră că materialul este împărţit în cinci clase granulometrice. Circuitele posibile ale diverselor granule sînt indicate în figura 2. Dacă se iau în considerare numai primele patru clase se constată că granulele din grupa A_1 pot trece în grupa A_2 numai direct, ($A_1 \rightarrow A_2$), în grupa A_3 în două moduri : direct ($A_1 \rightarrow A_3$) şi cu o trecere intermediară prin A_2 ($A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3$). În grupa A_4 trecerile se pot face după circuitele :

$$A_1 \rightarrow A_4,\ A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_4,\ A_1 \rightarrow A_3 \rightarrow A_4 \text{ şi} \\ A_1 \rightarrow A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_4$$

Granulele din grupa A_2 pot executa circuitele :

$$A_2 \rightarrow A_3,\ A_2 \rightarrow A_4,\ A_2 \rightarrow A_3 \rightarrow A_4$$

Granulele din grupa A_3 nu pot trece decît direct în A_4.

Dacă se ţine seama de aceste restricţii, în ceea ce priveşte circuitele, şi se înlocuiesc în

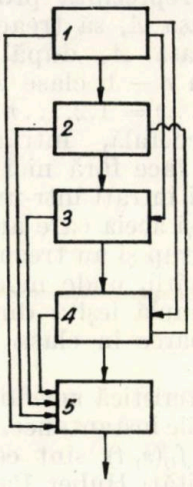


Fig. 2. Circuitele posibile ale diverselor granule

relaţia (11) valorile lui p_{ii} şi ale lui $K_{ji}^{(\gamma)}$ şi se execută calculele, rezultă, pentru cazul analizat, următoarele ecuaţii :

$$N_1(t) = N_1(0)\ e^{-At} \tag{14}$$

$$N_2(t) = N_2(0)\,e^{-Bt} + N_1(0)\,\frac{\mu_{12}}{(A-B)}\,(e^{-Bt}-e^{-At}) \tag{15}$$

$$N_3(t) = N_3(0)\,e^{-Ct} + N_1(0)\,\frac{\mu_{13}}{(A-C)}\,(e^{-Ct}-e^{-At}) + \mu_{12}\,\mu_{13}\left(\frac{e^{-At}}{(B-A)\,(C-A)} + \frac{e^{-Bt}}{(A-B)\,(C-B)} + \frac{e^{-Ct}}{(A-C)\,(B-C)}\right) + N_2\,\frac{\mu_{23}}{B-C}\,(e^{-Ct}-e^{-Bt}) \tag{16}$$

în care s-a notat :

$$p_{11} = e^{-\int_0^t (\mu_{12}+\mu_{13}+\mu_{14}+\mu_{15})\,d\tau} = e^{-\int_0^t A\,d\tau} = e^{-At}$$

$$p_{22} = e^{-\int_0^t (\mu_{23}+\mu_{24}+\mu_{25})\,d\tau} = e^{-\int_0^t B\,d\tau} = e^{-Bt}$$

$$p_{33} = e^{-\int_0^t (\mu_{34}+\mu_{35})\,d\tau} = e^{-\int_0^t C\,d\tau} = e^{-Ct}$$

$$p_{44} = e^{-\int_0^t \mu_{45}\,d\tau} = e^{-\int_0^t D\,d\tau} = e^{-Dt}$$

Cunoscîndu-se cantităţile de materiale care se găsesc în diferitele clase după o măcinare care a durat un timp t, se poate calcula cantitatea totală de material care are dimensiuni mai mari ca i (refuzul sitei i din produsul rezultat) cu relaţia :

$$R_i(t) = \sum_{i=1}^{i} (N_i(t) \tag{18}$$

În cazul măcinării continue, din cauza condiţiilor de lucru, există probabilitatea ca unele granule să stea în moară un timp mai mare sau mai mic decît timpul mediu de staţionare $\tau = V/Q$ (în care Q este debitul de material iar V volumul morii).

Cantitatea medie de material cu dimensiunea i ($N_i(\tau)$), care corespunde timpului de staţionare τ, poate fi calculată din valoarea lui $N_i(t)$ cu ajutorul relaţiei care dă media statistică :

$$N_i(\tau) = \int_0^\infty N_i(t)\varphi(t)\,dt \tag{19}$$

în care $\varphi(t)$ este funcţia de repartiţie a timpului de şedere în moară a granulelor, care conform teoriei agitatoarelor cu amestecare totală are forma :

$$\frac{1}{\tau}\,e^{-t/\tau}$$

$$N_4(t) = N_4(0)e^{-Dt} + N_1(0)\,\frac{\mu_{14}}{(A-D)}\,(e^{-Dt}-e^{-At}) + \mu_{12}\,\mu_{24}\left(\frac{e^{-At}}{(B-A)\,(D-A)} + \frac{e^{-Bt}}{(A-B)\,(D-B)} + \frac{e^{-DT}}{(A-D)\,(B-D)}\right) + \mu_{13}\,\mu_{34}\left(\frac{e^{-At}}{(C-A)\,(D-A)} + \frac{e^{-Ct}}{(A-C)\,(D-C)} + \frac{e^{-Dt}}{(A-D)\,(C-D)}\right) + \mu_{12}\mu_{23}\mu_{34}\left(\frac{e^{-At}}{(B-A)\,(C-A)\,(D-A)} + \frac{e^{-Bt}}{(A-B)\,(C-B)\,(D-B)} + \frac{e^{-Ct}}{(A-C)\,(B-C)\,(C-D)} + \frac{e^{-Dt}}{(A-D)\,(B-D)\,(C-D)}\right) + N_2(0)\,\frac{\mu_{24}}{B-D}\,(e^{-Dt}-e^{-Bt}) + \mu_{23}\,\mu_{34}\left(\frac{e^{-BT}}{(C-B)\,(D-B)} + \frac{e^{-Ct}}{(B-C)\,(D-C)} + \frac{e^{-Dt}}{(B-D)\,(C-D)}\right) + N_3(0)\,\frac{\mu_{34}}{(C-D)}\,(e^{-Dt}-e^{-Ct}) \tag{17}$$

Dacă se introduce funcţia $\varphi(t)$ în relaţia (11) se obţine :

$$N_i(\tau) = \frac{1}{\tau}\left[N_i(0)\int_0^\infty p_{ii}(0,t)\,e^{-t/\tau}\,dt + \right. \tag{20}$$

$$\left. + \sum_{j=1}^{n} N_j(0)\int_0^\infty e^{-t/\tau}\psi(t)\,dt\right.$$

în care s-a notat cu :

$$\psi(t) = \int_0^t p_{ii}(s,t)\sum_{r=1}^{\infty} K_{ji}^{(r)}(s,0)\,ds$$

Deoarece funcţiile $p_{ii}(0t)$ şi $\psi(t)$ sînt de tipul :

$$p_{ii}(0t) = e^{-At} \text{ şi } \psi(t) = \sum_i \frac{e^{-\beta_i t}}{\alpha_i}$$

în care A, α_i şi β_i sînt constante, prin integrare relaţia (20) capătă forma :

$$N_i(\tau) = N_i(0)\frac{1}{(1+A\,\tau)} + \tag{21}$$

$$+ \sum_{j=1}^{n} N_j(0)\sum\frac{1}{(\alpha_i(1+\beta_i\,\tau)}$$

În cazul măcinării continue $N_i(i = 1,2,\ldots)$ sînt exprimaţi în funcţie de debitul specific.

Refuzul pe sita i se calculează cu o relaţie similară cu relaţia (18) :

$$R_i(q) = \sum_{i=1}^{i} N_i(\tau) \tag{22}$$

Date experimentale

Pentru verificarea relaţiilor deduse au fost executate o serie de încercări de măcinare discontinue într-o moară de laborator cu bile de porţelan folosindu-se 300 g material la fiecare încercare.

Materialul supus măcinării a fost clasat în cinci clase granulometrice, fiecare clasă avînd altă culoare. În acest scop s-au folosit gresii ceramice de aceeaşi calitate însă avînd patru culori diferite, care au fost sfărîmate în prealabil la 3 mm şi apoi clasate.

Curbele granulometrice ale materialelor sfărîmate la 3 mm sînt indicate în figura 3.

Se constată că ele au aproximativ aceeaşi alură, ceea ce permite să se afirme că la măcinare au aceeaşi comportare. S-a constituit apoi un amestec de materiale alcătuite din cinci clase granulometrice, patru din ele avînd culori diferite, iar a cincea (cea mai fină) fiind constituită dintr-un amestec de părţi egale din cele patru culori. Caracteristicile granulometrice ale materialului astfel sintetizat corespunde unei curbe granulometrice medii a celor patru gresii colorate diferit.

Curbele granulometrice ale produselor rezultate la măcinare sînt indicate în figura 4.

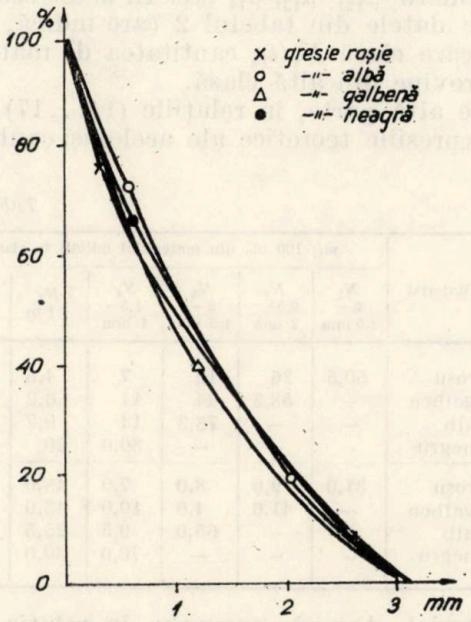


Fig. 3. Curbele granulometrice ale materialelor sfărîmate la 3 mm.

Repartiţia materialelor de diverse culori în produsul sintetizat supus încercărilor de măcinare a fost cea indicată în tabelul 1.

Tabelul 1

Clasa, mm	3–2,5	2,5–2	2–1,5	1,5–1	1
N	1	2	3	4	5
Conţinut, %	10	11	15	14	50
Culoare	roşu	galben	alb	neagră	amestec

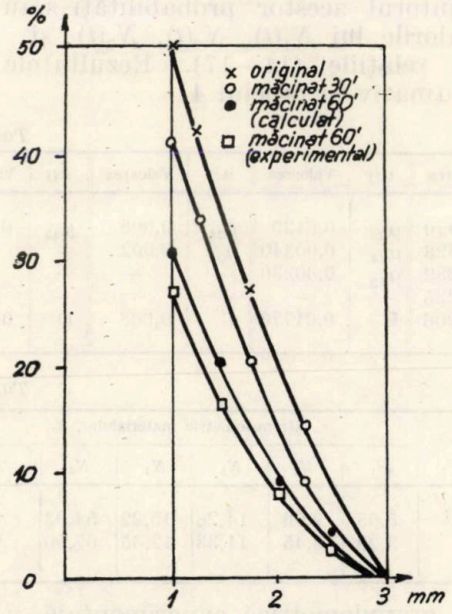


Fig. 4. Curbele granulometrice ale produselor rezultate la măcinare.

Pentru verificarea relaţiilor determinate teoretic este necesar să se calculeze probabilităţile de măcinare μ_{12}, μ_{13}, μ_{14} etc. În acest scop se folosesc datele din tabelul 2 care indică, pentru fiecare clasă $N_i(t)$, cantitatea de material care provine din altă clasă.

Pe de altă parte, în relaţiile (14...17) sînt date expresiile teoretice ale acelorași cantităţi

Tabelul 2

Încercare, min	Material	$m_{ij}\cdot 100$ (% din materialul iniţial) în clasa: N_1 3 – 2,5 mm	N_2 2,5 – 2 mm	N_3 2 – 1,5 mm	N_4 1,5 – 1 mm	N_5 <1 m	Total
30	roşu	50,5	26	12	7	4,5	100
	galben	—	58,8	24	11	6,2	100
	alb	—	—	76,3	14	9,7	100
	negru	—	—	—	80,0	20	100
60	roşu	31,0	9,0	8,0	7,0	45,0	100
	galben	—	41,0	4,0	10,0	45,0	100
	alb	—	—	65,0	9,5	25,5	100
	negru	—	—	—	70,0	30,0	100

de material. Aşa, de exemplu, în relaţia (15) produsul dintre $N_1(0)$ şi expresia dintre parantezele pătrate reprezintă cantitatea de material de dimensiunea N_2 care provine din clasa N_1. Dacă se separă din ecuaţiile (14...17) toţi termenii care conţin pe $N_1(0)$ şi se înlocuiesc datele cunoscute ($N_i(0)$, A, B, C şi D) şi în acelaşi mod pentru N_2, N_3 şi N_4 rezultă un sistem de zece ecuaţii cu zece necunoscute μ_{12}, μ_{13}... ...μ_{45} care, prin rezolvare, permite determinarea acestor probabilităţi.

Folosindu-se datele obţinute la măcinare timp de 30 de minute s-au obţinut valorile probabilităţilor de măcinare date în tabelul 3.

Cu ajutorul acestor probabilităţi s-au calculat valorile lui $N_1(t)$, $N_2(t)$, $N_3(t)$ şi $N_4(t)$ folosind relaţiile (14–17). Rezultatele sînt date rezumativ în tabelul 4.

Tabelul 3

μ_{ij}	Valoarea	μ_{ij}	Valoarea	μ_{ij}	Valoarea	μ_{ij}	Valoarea
μ_{12}	0,01370	μ_{23}	0,0120	μ_{34}	0,006	μ_{45}	0,00740
μ_{13}	0,00328	μ_{24}	0,00340	μ_{35}	0,002	—	—
μ_{14}	0,00282	μ_{25}	0,00230	—	—	—	—
μ_{15}	0,00226	—	—	—	—	—	—
A	0,02206	B	0,01770	C	0,008	D	0,00740

Tabelul 4

Durata măcinării, min	Granulometria materialului, % N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	Total
30	5,05	9,06	14,26	15,22	54,93	98,42
60	3,29	5,45	11,33	12,35	67,50	99,92

Curba granulometrică experimentală a materialului măcinat la 30, min este identică cu cea calculată, deoarece parametrii care stau la baza curbei calculate au fost determinaţi din datele experimentele. În ceea ce priveşte curba granulometrică calculată pentru 60 min, la al cărui calcul s-au folosit aceiaşi parametri ca la măcinarea timp de 30 min înlocuindu-se în relaţiile (14–17) numai timpul de măcinare, se constată diferenţe mici faţă de curba experimentală, ce nu depăşesc 5% (fig. 4).

În tabelul 5 se dă şi repartiţia pe culori (provenienţă) calculată a materialului. Dacă se compară datele din tabelul 5 cu cele din tabelul 2 se constată o bună concordanţă.

Tabelul 5

Încercarea, min	Material	m_{ij} (% materialul iniţial) în clase: N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	Total
60′	roşu	32,9	8,75	8,60	6,0	44,5	
	galben	—	41,20	3,75	9,0	46,1	
	alb	—	—	67,00	7,4	26,0	
	negru	—	—	—	69,1	30,9	

Concluzii

În concluzie se poate afirma că metoda statistică propusă pentru stabilirea modelului matematic al măcinării este mai completă decît oricare alt model care a fost stabilit pînă în prezent pentru acest proces, deoarece el ţine seama de toate stările prin care trece materialul înainte de a ajunge în cea finală, corespunzînd din acest punct de vedere cu realitatea.

Deşi la prima vedere modelul prezintă unele dificultăţi de calcul, ele pot fi rezolvate foarte uşor prin folosirea unor calculatoare de mică capacitate (chiar portative, dacă dau funcţiile exponenţiale).

Rezultatele experimentale au confirmat, cu destulă precizie, valabilitatea relaţiilor deduse teoretic.

Într-un studiu viitor ne propunem să verificăm aplicarea relaţiilor în condiţiile măcinării continue şi să stabilim cu mai multă precizie relaţia dintre energia consumată şi probabilitatea de măcinare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mempel, G. *Zur Konetik der Hartzerkleinerung in Kungelmühlen.* Aufbereitungs-Technik S 448–452, 1966.

[2] Beke, B. *Principles of Comminution,* Akademiai Kiado. Budapest, 1964, 114–115.

[3] Gardner R. şi Austin L. *A chemical Engineering Treatment of Batch Grinding.* Symposion Zerkleineru Verlag Chemie. Weinheim 1962 217–248.

[4] Mika T., Berlioz, L. şi Fuersteanu, D. *An Approach to the Kinetics of dry batch ball milling,* Zerkleinern 2 Europäisichen, Symposion. (1966). Dechema. Monographien Nr. 993–1026 – Teil I (205–240)

[5] Tille, R. şi Panou, A. *Contribution à l'étude de la cinetique du broyage*, Zerkleinern 2 Europäischen Symposion. (1966) Dechema. Monogr. Nr. 993 — —1026. Teil I (341—370).

[6] Huber Panu, I. *Die Kinetisch analyse des Zerkleinerungsvorgangs.* Revue Roumanie des sciences techniques — Métallurgie Tome 15 nr. 2 (1970).

[7] Huber Panu, *Zur Theorie des Kontinuierlichen Zerkleinerungsprozesses.* Revue Roumanie des sciences technique. Métallurgie. Tome 16 Nr. 1 (1971).

[8] Şzantho, E., Fuhrman, N., Korn, M. Ralf L. *Zerkleinerungs verhaltere von Korner kollektiven bei der troken und nassmahlung in Kugelmühlen.* Compte rendu 9-éme Congrès intern. de la Preparation (Praha 1970).

[9] Dobrescu, L. *Some Mathematical Models to Feature the Technological Processes for Mineral.* Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research nr. 2, 1971.

[10] Dobrescu L, *Some Applications of the Statistical Distributions with Variable Caracteristics to the Control and Optimization of the Economic Minerals Dressing Processes.* Economic Computation and Economic Cybernetics Studies and Research. Bucharest nr. 2, 1972.

[11] Ionescu H. *Studiul distribuţiilor statistice cu caracteristici variabile.* Bulet. Ştiinţific al Acad. R.P.R. Sections of mathematics and physics sciences III nr. 1 1951.

Dr. ing. **N. Balteş**

Contribuţii palinologice cu privire la posibilităţile de geneză, migraţie şi acumulare a hidrocarburilor din Platforma moesică, România

Identificarea zăcămintelor de hidrocarburi în condiţii din ce în ce mai dificile, dar mai ales evidenţierea şi delimitarea zonelor de optimă acumulare, au impus eforturi considerabile pe plan mondial în direcţia abordării unor domenii noi de cercetare sau diversificarea celor obişnuite. O problemă esenţială în cercetarea geologică a zăcămintelor de hidrocarburi o constituie, pe lîngă caracterizarea complexă a colectorului, precizarea rocii generatoare, timpul şi condiţiile ei de formare, implicit caracterul primar sau secundar al zăcămintelor, iar în ultimul caz, reconstituirea traseului în timp şi spaţiu pe care acestea au migrat. În acest context de eforturi ştiinţifice cu caracter teoretic şi aplicativ, au început să fie utilizate cu rezultate promiţătoare şi datele palinologice obţinute prin studierea conţinutului microvegetal din roci consolidate, ţiţeiuri sau ape de zăcămînt.

Scopul principal al lucrării de faţă îl constituie prezentarea unor concluzii cu implicaţii directe în completarea cunoştinţelor asupra genezei, migraţiei şi acumulării unor hidrocarburi, obţinute pe baza a numeroase date palinologice referitoare la mezozoicul şi terţiarul Platformei moesice, România.

Rezultatele integrale obţinute pînă în prezent sau în curs de elaborare în această direcţie de cercetare fac obiectul unor studii nepublicate realizate la Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze Cîmpina. Referiri metodologice şi date preliminare sînt publicate (Balteş, 1973) sau sub tipar (acelaşi autor).

I. Material şi metodă

Aprecierile din prezenta lucrare au la bază analiza palinologică a peste 300 probe de apă de zăcămînt din colectoare mezozoice şi terţiare ale Platformei moesice, completate cu numeroase date provenite din analiza palinologică a probelor de rocă din aceeaşi unitate geologică. În ordinea descrescătoare a volumului de analize, acestea au aparţinut miocenului superior (local = sarmaţian), pliocenului inferior (local = meoţian), albianului, doggerului, cretacicului inferior pre-albian, senonianului şi triasicului mediu.

Platforma moesică, unitate structurală situată între geosinclinalele carpatic la nord şi vest şi balcanic la sud, de o parte şi de alta a Dunării în cursul său inferior pînă la vărsarea în Marea Neagră, cuprinde o stivă de depozite relativ groasă, estimată la aproximativ 12 000 m în zona de scufundare dinspre nord. Pe un fundament cristalin se aştern formaţiuni sedimentare aparţinînd la patru cicluri majore de sedimentare (Pătruţ, I., 1961) cuprinse între paleozoicul inferior şi neozoicului superior. În aceste condiţii stratigrafice, depozitele mezozoice şi terţiare de pe teritoriul românesc al Platformei moesice, purtătoare de hidrocarburi, au oferit un cadru satisfăcător de cercetare palinologică a apelor de zăcămînt aferente. Se menţionează că pentru verificarea observaţiilor s-au executat analize şi asupra unor ape de zăcămînt din unitatea pericarpatică cu care platforma se mărgineşte la nord.

Metodele principale pe care se sprijină consideraţiile palinologice din prezenta lucrare sînt :

a) interpretarea stratigrafică a asociaţiilor microvegetale recuperate din ape de zăcămînt cu implicaţii în stabilirea caracterului primar sau migrat al acestora ;

b) aprecierea gradului de metamorfism al substanţei organice vegetale, atît din apele de zăcămînt, cît şi din roci consolidate cu implicaţii în aprecierea potenţialului petroligen al rocii purtătoare.

II. Palinologia apelor de zăcămînt

Pentru realizarea scopului propus s-a plecat de la principiul analizării unei cît mai diverse game de ape de zăcămînt, factorii principali luaţi în consideraţie fiind : vîrsta geologică a rocii colector, tipul chimic, unitatea structurală de provenienţă şi gradul de amestec cu ţiţei crud. În acest mod s-au prelucrat şi interpretat palinologic ape din colectoare triasice medii, jurasice medii, cretacice inferioare şi superioare, miocene superioare şi pliocene inferioare, ponderea cea mai mare avînd-o colectoarele cretacice inferioare şi neogene. Din punct de vedere chimic, majoritatea apelor au aparţinut tipului cloro-calcic, urmate subordonat de cele cloro-magneziene, fapt explicabil prin posibilitatea lor de asociere la zăcămintele de hidrocarburi. Gradul de amestec al apei cu ţiţei, care în numeroase cazuri a format emulsii omogene, a constituit o problemă tehnică de laborator care a fost rezolvată pozitiv, reuşindu-se prepararea corespunzătoare pentru analiza palinologică a apelor cu conţinut de ţiţei pînă la 50%. Prelucrarea şi analiza palinologică a ţiţeiului crud, abordată în acelaşi institut, nu face obiectul observaţiilor de faţă.

Conţinutul palinologic extras din apele de zăcămînt constituie, în proporţie de peste 80%, un material concludent scopului propus. Chiar şi în restul de probe, acesta, fără a întruni condiţiile unei asociaţii palinologice concludente pentru o diagnoză stratigrafică la nivel de etaj geologic, a oferit totuşi informaţii utile concluziilor cronostratigrafice şi asupra metamorfismului substanţei vegetale.

Înţelegîndu-se prin conţinut palinologic întreaga masă de elemente vegetale microscopice organizate ca : microspori, macrospori, polen, fitoplancton (dinoflagellate,(silicoflagellate, diatomee, acritarche), cuticule, structuri celulare de thaluri algale, liberiene sau lemnoase, deci utilizîndu-se elemente atît de natură terestră cît şi marină, s-a extins în mod considerabil eficienţa diagnozelor stratigrafice, care pot astfel cuprinde toate tipurile de sedimente şi cu atît mai mult cele epicontinentale, considerate de mulţi specialişti drept mediul optim de formare a hidrocarburilor.

a. *Ape de zăcămînt triasice medii*

Conţinutul palinologic extras din cîteva eşantioane de apă din colectoare calcaro-dolomitice triasice medii, situate în nord-vestul Platformei moesice, este în general sărac cantitativ dar suficient de variat calitativ. Natura materialului palinologic este exclusiv terestră, în cea mai mare parte încadrîndu-se în asociaţia caracteristică acestui segment stratigrafic. Se subliniază însă, deşi subordonat, prezenţa unor specimene, greu de determinat la nivel de specie din cauza deteriorării morfologice, dar suficient de clare pentru a li se atribui vîrsta paleozoică, din intervalul devonian-carbonifer (inferior), ca de ex. : *Auroraspora*, *Hymenozonotriletes* şi fragmente de *Ancyrospora* şi *Tripartites*.

În această situaţie, prezenţa unor elemente paleozoice în asociaţia triasică medie nu se poate explica decît prin transportul lor odată cu apele de zăcămînt din (sau prin) formaţiuni paleozoice în colectorul triasic, desigur în condiţiile aranjamentului tectonic al regiunii. Se menţionează că redepunerea directă a specimenelor paleozoice în complexul calcarelor dolomitice triasice, practic se exclude, deoarece între acestea şi eventualele depozite paleozoice subjacente se interpune o altă serie litologică de vîrstă permo-triasică inferioară.

b. *Ape de zăcămînt jurasice medii*

Numărul de eşantioane a fost suficient de mare, deşi zona de cercetare se limitează la partea vestică a Platformei moesice. Conţinutul palinologic însă este extrem de bogat şi relativ bine conservat. Stratigrafic majoritatea colectoarelor investigate se situează în intervalul aalenian-bajocian (după orizontarea palinologică de detaliu, executată pe carote mecanice). Din asociaţia acestor ape se citează cu titlul de informaţie : *Cingulatisporites scabratus* Couper, *Densoisporites perinatus* Couper, *Klukisporites pseudoreticulatus* Couper, *Murospora mesozoica* Pocock, ca şi specii ale genurilor *Cyathidites*, *Matonisporites*, *Todisporites*, *Alisporites*, *Callialasporites* etc. din categoria plantelor de uscat şi *Nannoceratopsis gracilis* (Alb.) Evitt sau *Gonyaulacysta*, *Fromea*, *Pareodinia* cu diverse specii, din categoria fitoplanctonului marin. În afara speciilor palinologice, apele cercetate au un foarte bogat detritus vegetal, de origini, forme şi dimensiuni variabile, relativ bine conservate deşi prezenţa lor ar putea sugera, cel puţin la unele niveluri, o sedimentare rapidă, cu caracter detritic. Nu s-au determinat specii de vîrstă diferită de cea a colectorului.

c. *Ape de zăcămînt cretacic inferioare*

Bine reprezentate prin volumul de eşantioane analizate ca şi prin răspîndirea lor pe o bună parte a Platformei moesice, apele cretacice inferioare sînt cantonate în roci calcaroase de vîrstă barremian-apţiană (după datele palinologice) şi greso-nisipoase, albiene. Primele sînt mai slab conturate palinologic, dar relevă un conţinut satisfăcător în specii fitoplanctonice care poartă amprenta chimismului specific litofaciesului respectiv. În compoziţia lor palinologică s-au observat numeroase tipuri jurasice (*Nannoceratopsis* şi altele) cu un grad diferit de conservare decît cele cretacice.

Asociaţia palinologică din apele albiene este foarte bogată, conţinînd atît tipuri continentale cît şi marine, caracteristice intervalului

stratigrafic corespunzător (Balteș 1966, 1967). În afara lor s-au determinat destul de numeroase exemplare de dinoflagellate cretacice pre-albiene, mai mult sau mai puțin bine conservate (de ex. *Gonyaulacysta hyalodermopsis* (Cook. Eis.) Sarjeant, *Cribroperidinium sepimentum* Neale și Sarjeant, *Broomea* etc.). Interesante sînt însă specimenele jurasice medii, cu frecvențe apreciabile, întîlnite constant în partea centrală a Platformei moesice, mai abundente decît în colectoarele barremian-apțiene. Este foarte probabil ca această situație să fie determinată de configurația tectonică specifică zonei respective.

d. *Ape de zăcămînt cretacice superioare*

Sînt mai slab caracterizate palinologic, rezultatele referindu-se la aprox. zece analize din colectoare senoniene din centrul platformei. Asociația este reprezentată din fitoplancton (specii ale genurilor *Deflandrea*, *Microdinium* și *Achomosphaera*) și subordonat microspori sau polen angiospermic (grupul *Normapolles*). Detritusul vegetal de natură terestră practic lipsește. În toate probele apar cu frecvențe variabile tipuri albiene sau mai vechi. În cîteva s-a determinat și polen angiospermic miocen superior. Se consideră că amestecul de specimene de vîrstă diferită se poate datora atît circulației apei în situații tectonice favorabile, cît și contactului direct pe care depozitele senoniene îl au în unele sectoare cu depozite cretacice inferioare și terțiare.

e. *Ape de zăcămînt miocene superioare*

Colectate din numeroase puncte ale Platformei moesice, apele miocene superioare au constituit un interesant cîmp de investigare palinologică. Plasate la cîteva niveluri în seria denumită în bazinul Ponto-Caspic sarmațian, apele respective au permis extragerea unui foarte bogat conținut palinologic, preponderent de natură continentală dar și cu specii fitoplanctonice marine. Cele mai multe asociații sarmațiene sînt identice cu cele ale colectorului, exceptînd unele situații cînd stratul acvifer se află la contactul cu formațiuni mai vechi, de regulă cretacice superioare, pe care întregul complex este transgresiv.

Studierea în detaliu a apelor sarmațiene a identificat însă cîteva sectoare din partea central-estică a platformei, în care prezența unor tipuri miocene medii-superioare (de vîrstă tortoniană în nomenclatura folosită) reprezintă un fenomen caracteristic. În acest caz cel puțin, apare cu suficientă claritate contactul dintre apele sarmațiene și cele tortoniene.

În marea majoritate a lor, apele sarmațiene provenite din zonele mai nordice ale platformei se caracterizează printr-un conținut mult mai bogat în detritus vegetal de natură terestră, în general puternic deteriorat prin efort mecanic. Acest aspect, fără a reprezenta un criteriu net distinctiv, amintește de palinofaciesul depozitelor miocene superioare din Depresiunea pre-carpatică, sugerînd în acest mod gradul avansat de asemănare dacă nu chiar identitatea lor.

f. *Ape de zăcămînt pliocene inferioare*

Răspîndite pe o bună parte a platformei, mai ales în partea estică, apele colectate din aceste depozite (segmentul respectiv denumindu-se local meoțian) prezintă unele aspecte palinologice interesante.

În mod practic toate asociațiile din apele respective conservă în proporție de aprox. 60% tipurile caracteristice colectorului, mai precis material palinologic de natură terestră și fluviatil-lacustră ca și un foarte bogat și variat detritus vegetal. Pe lîngă acesta se întîlnesc în aceleași asociații, în mod frecvent, specimene sarmațiene și tortoniene, uneori cu frecvențe apreciabile. Factorul care modifică însă substanțial conținutul palinologic este apariția în sectorul estic a unor tipuri în special fitoplanctonice, de vîrstă eocenă (*Wetzeliella clatratha* Eisenack, *Thalassiphora pelagica* Eisenack etc.) și (sau) oligocenă (*Deflandrea phosphoritica* Eisenack, *Wetzeliella draco* Gocht, *Pterospermopsis barbare* Gorka etc.). Acest fapt nu ar surprinde totuși dacă depozitele purtătoare ar exista în seria sedimentară a sectorului respectiv, ceea ce însă nu e cazul. Studiile prin foraje au pus în evidență o amplă lacună stratigrafică în această unitate la nivelul paleogenului și miocenului inferior (pre-tortonian).

Urmărirea în detaliu a variației elementelor paleogene din apele colectoarelor meoțiene, chiar dacă acestea reprezintă niveluri diferite, evidențiază că tipurile eocene sînt puțin frecvente în partea centrală a sectorului estic, manifestînd o slabă creștere către sud și sud-vest, în timp ce tipurile oligocene se manifestă frecvent în partea nordică a aceluiași sector, diminuînd pînă la dispariție în partea centrală.

Prezența elementelor eocene nu poate fi însă explicată, ca de altfel nici a celor oligocene, pentru ultimele însă, originea și transportul din formațiunile depresiunii Carpaților orientali nefiind totuși exclusă.

Nu s-a reușit stabilirea nici unei relații între chimismul apelor și conținutul palinologic al acestora.

Interpretată în ansamblu, la un grad corespunzător scopului prezentei lucrări, palinologia apelor de zăcămînt cercetate sugerează pe baza unor date de laborator, faptice, cîteva ipoteze, după cum urmează.

— Cea mai mare parte a apelor asociate de vîrstă mezo- și neozoică din unitatea cercetată au o stare secundară, conținutul lor fiind provenit din alte formațiuni, diferite ca vîrstă de cea a colectorului. Se pot cita colec-

toarele triasice medii, cretacice, sarmaţiene (pro parte) şi pliocene.

— Doar o mică parte (stratigrafic) din zăcăminte au o stare primară, ca de exemplu cele jurasice medii şi sarmaţiene (pro parte).

— În mod practic umplerea colectorului se face din formaţiuni geologice mai vechi.

— În general migraţia apelor de zăcământ se manifestă de jos în sus, „pro ascensum", în contextul tectonic al regiunii sau structurii, asigurării echilibrului apă/hidrocarburi, condiţiilor de protecţie a colectorului etc.

— Este posibilă, ca în cazul unor colectoare sarmaţiene din partea nordică a platformei, migraţia pe orizontală, „ad nivelum", între formaţiuni de aceeaşi vîrstă sau între formaţiuni de vîrste diferite (paleogen-pliocen sau jurasic mediu-cretacic) ca acelea din estul Platformei moesice.

III. Metamorfismul materialului palinologic

Studiul complex al substanţei organice din diferite tipuri de roci, urmărind cunoaşterea condiţiilor de formare a hidrocarburilor, a demonstrat existenţa unui raport suficient de sesizabil prin mijloace optice de laborator, relativ simple, între diferitele etape de transformare fizico-chimică a materialului palinologic şi posibilitatea de generare a hidrocarburilor.

În spiritul premiselor teoretice ale metodei (Staplin 1969, Correia 1969) şi al adaptării acesteia la condiţiile geologice specifice României (Balteş 1971, 1973), s-a reuşit să se obţină unele rezultate interesate, dintre care cele mai importante se prezintă în această lucrare.

Avînd la dispoziţie o mare cantitate de date palinologice, care acoperă la un grad de detaliu satisfăcător întreaga coloană stratigrafică a depozitelor mezo- şi neozoice din unitatea cercetată şi de asemenea asociaţiile recuperate din apele de zăcământ, s-a putut urmări variaţia pe verticală a metamorfismului organic (fig. 1). După cum rezultă din figură, corespunzător, în mare, valorii 3 de metamorfism considerată ca optimă pentru generarea hidrocarburilor, se situează jurasicul mediu (3,5), parţial sarmaţianul (2,8—3,3) şi tangenţial tortonianul (3,9—4,1). Celelalte serii stratigrafice mezo-neozoice se situează între valorile 1—2,5 deci au slabe sau deloc posibilităţi de geneză a hidrocarburilor.

Adăugînd la observaţiile privind metamorfismul organic, datele asupra palinologiei apelor de zăcământ, se ajunge la cîteva concluzii care sugerează cîteva noi şi interesante direcţii de cercetare. Din seria de colectoare mezo-neozoice, singur cel jurasic mediu nu prezintă contaminări palinologice din alte surse, ceea ce alăturat valorii metamorfismului organic de 3,5 îl situează concomitent şi ca complex generator. Celelalte colectoare ca şi formaţiunile respective neimpregnate, avînd un metamorfism în afara valorilor optime, nu manifestă posibilităţi de

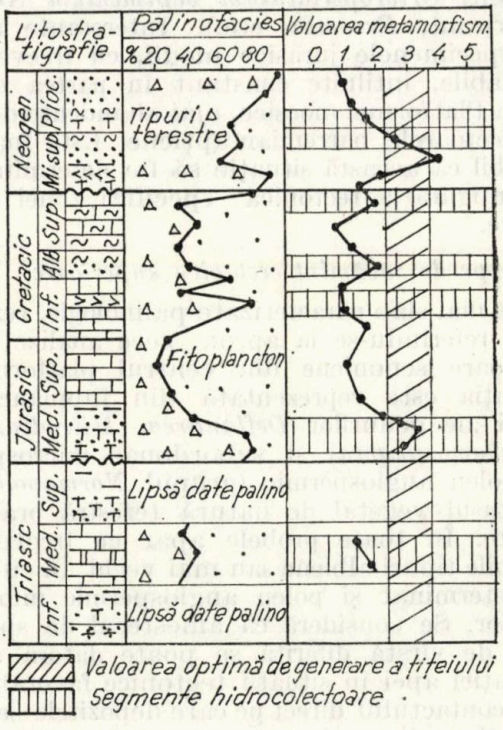


Fig. 1. Reprezentarea schematică a palinofaciesului şi valorilor metamorfismului organic în Meso şi Neozoicul Platformei moesice.

generare a hidrocarburilor, concluzie confirmată de existenţa apelor de zăcământ migrate.

— Studierea proceselor la migraţie şi acumulare a hidrocarburilor neogene din Platforma moesică impune cunoaşterea amănunţită a raporturilor acestei unităţi cu Depresiunea pre-carpatică.

— Cercetarea complexă a unor formaţiuni paleozoice, care pot întruni, cel puţin teoretic, condiţiile de roci generatoare, apreciate şi prin metodele utilizate aici, devine oportună.

— Metamorfismul organic nu variază direct proporţional cu vîrsta sedimentelor purtătoare, fiind probabil condiţionat de un complex de factori chimici, fizici şi biologici.

Acest gen de cercetări fiind încă într-o fază de început, va trebui continuat în condiţiile studierii în detaliu a unor formaţiuni productive şi ulterior extins la situaţii particulare care se cer explicate.

BIBLIOGRAFIE

[1] Bagdasarian, L. L. *Results of oils and stratum waters micropalaeophytological investigations.* (În l. rusă). Microfossils of nldest deposits. Ed. Nauka, Moscova, 1973, p. 62—67.

[2] Balteș, N. *Stadiul actual al cercetărilor palinologice asupra formațiunilor cretacice și terțiare de interes petrolifer din România.* Progrese în pelinologia românească, Ed. Academiei R.S.R., București, 1971, p. 153—162.

[3] Balteș, N. *Considerații asupra relațiilor dintre gradul de metamorfism al materialului palinologic din apele primare de zăcământ și potențialul petroligen al stratului purtător.* Petrol și Gaze, vol. 24, nr. 12, 1973, p. 727—730.

[4] Combaz, A. *Les palynofaciès.* Revue de Micropaléontologie, vol. 7, nr. 3, 1964, p. 205—218.

[5] Correia, I. *Contribution à la recherche de zones favorables à la genès du pétrole par l'observation microscopique de la matière organique figurée.* Revue de l'Institut Français du Pétrole, vol. 24, nr. 12, 1969, p. 1417—1454.

[6] Pătruț, I., Popescu, M., Teodorescu, C., și Molnar, M. *Contribuții la cunoașterea geologiei Platformei moesice. Stratigrafie.* Petrol și Gaze, vol. 12 nr. 11, 1961, p. 481—493.

[7] Staplin, F. *Sedimentary organic matter, organic metamorphism and oil and gas occurence.* Bull. Canad. Petrol Geol., vol. 17, nr. 1, 1969, p. 47—66.

Dr. ing. **P. Ilie**
ing. **I. Finaț**

Programarea statistică a încercărilor de laborator

Metoda clasică a cercetării de preparare în fază laborator, aplicată în scopul obținerii unor concentrate de calitate corespunzătoare cu recuperări maxime de metal, presupune studierea efectului diferitelor valori atribuite pe rînd cîte unuia dintre „factorii" de bază ai procesului, în raport cu valorile constante ale celorlalți. Astfel, dacă presupunem că într-un proces de flotare avem de studiat influența a cinci factori variabili (de exemplu: finețea de măcinare, consumul de depresant, consumul de colector, valoarea pH-ului, timpul de flotare) la patru valori diferite, rezultă că sînt necesare $4^5 = 1\,024$ încercări. În mod practic din acest mare număr de încercări, nu se execută decît maximum 15—20%, fapt ce afectează precizia și rezultatul final al cercetării, prin introducerea aprecierilor subiective și neglijării interacțiunii factorilor.

Metodele statisticii matematice permit însă eliminarea acestor neajunsuri și aflarea optimului căutat printr-un număr foarte restrîns de încercări.

Prezentăm, în cele ce urmează, o metodă de programare statistică a încercărilor de laborator pe care am aplicat-o cu succes în unele studii de preparare prin flotare în cadrul I.C.P.M.M.N. Baia Mare, denumită **metoda deplasării după gradient** sau **ascensiunea bruscă**, propusă în 1951 de către Box și Wilson. Păstrînd principiul de bază, metoda poate fi adaptată și aplicată în diferite situații ce îndeplinesc următoarele cerințe:

— rezultatul experimentării ca **funcție de scop** (de exemplu: extracția de metal) să fie definit de un parametru concret, cu o valoare determinată;

— factorii variabili să aibă o determinare numerică;

— factorii necuprinși în planificare să fie fixați la valori constante;

— încercările să fie efectuate în condiții de reproductibilitate.

Metoda se bazează pe ideea că există o singură corelație optimă a factorilor pentru care **funcția de scop** are o valoare maximă sau minimă și că prin schimbarea factorilor, funcția de scop se schimbă continuu. În principiu, deci se efectuează o deplasare după gradient (adică pe drumul cel mai scurt posibil) a funcției de scop, dintr-un punct oarecare, determinat de valorile inițial liber alese ale factorilor, spre domeniul optim în care se află valoarea căutată a funcției de scop.

Analitic, funcția de scop pentru unul, doi sau n factori (variabile independente) are următoarele expresii:

$$y_1 = f(x) \tag{1}$$

$$y_2 = f(x_1, x_2) \tag{2}$$

$$y_3 = f(x_1, x_2 \ldots x_n) \tag{3}$$

Geometric, cazul unui singur factor reprezintă o curbă, cazul a doi factori o suprafață într-un plan tridimensional, iar cazul a n factori — suprafețe în hiperplane ce nu pot fi reprezentate geometric.

Valorile extreme ale acestor funcții analitice se află prin rezolvarea ecuațiilor, obținute prin diferențierea lor după fiecare variabilă. În procesele de preparare nu este cunoscut de obicei aspectul analitic al funcțiilor și întrucît deplasarea spre domeniul optim ne interesează mai puțin punctele îndepărtate de pe suprafața funcției de scop, iar porțiunile mici se aproximează printr-o dreaptă, plan sau hiperplan, funcțiile de mai sus pot primi următoarele forme:

$$y_1 = a_0 + a_1 x_1 \tag{4}$$

$$y_2 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 \tag{5}$$

$$y_n = a_0 + \sum_{i=1}^{n} a_i x_i +$$

$$+ \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{k=i+1}^{n} a_{ik} x_i x_k + \sum_{i=1}^{n} a_{ii} x_i^2 \qquad (6)$$

În ecuaţia (5) s-a renunţat la termenii de gradul II.

În ecuaţia (6) a_0, a_i, a_{ik}, a_{ii} sînt coeficienţii sumelor totale corespunzătoare gradelor 0; 1 şi 2, ai ecuaţiei pătrate cu n factori.

În caz general gradientul funcţiei scalare de scop se poate determina făcînd derivata parţială a acesteia:

$$f = \frac{\partial f}{\partial x_i}\vec{i} + \frac{\partial f}{\partial xy}\vec{j} + \ldots + \frac{\partial f}{\partial x_n}\vec{m} =$$

$$= a_1\vec{i} + a_2\vec{j} + \ldots + a_n\vec{m} \qquad (7)$$

unde:

$\vec{i}$, $\vec{j}$ ... $\vec{m}$ — vectorii direcţionali ai axelor planului.

Deplasarea după gradient se face prin variera factorilor proporţional cu coeficientul lor de regresie şi în sensul indicat de semn pornind dintr-un punct A_0 determinat pe suprafaţa funcţiei de scop.

Pentru o mai bună înţelegere, luăm ca exemplu o funcţie de două variabile $y = f(P, Q)$ reprezentînd efectul consumului de var şi cianură asupra extracţiei de aur la flotarea concentratului Pb—Cu dintr-un minereu complex cu xantat amilic şi D_{200} la fineţea de 54%—0,8 mm.

Aspectul geometric al acestei funcţii la variera simultană a celor doi factori este prezentat în figura 1, iar în figura 2 aceeaşi funcţie reprezentată în plan (topografic), din care se constată că valoarea maximă a funcţiei de scop se află în interiorul conturului $y = 75\%$, corespunzînd unui consum de var 180 g/t şi cianură 16 g/t.

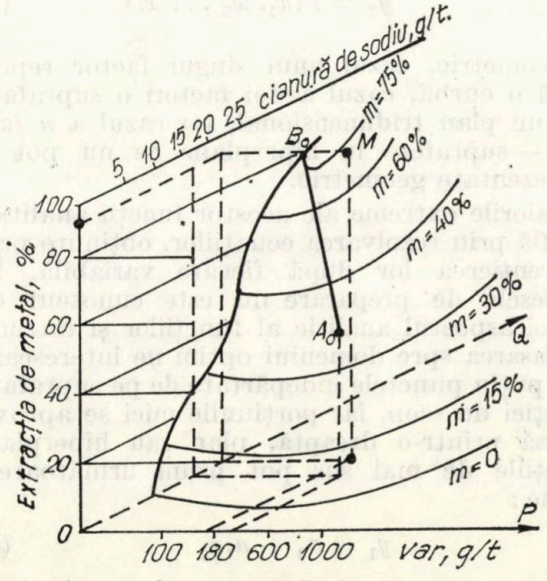


Fig. 1. Aspect de perspectivă al extracţiei metalice $y = f(P\,Q)$

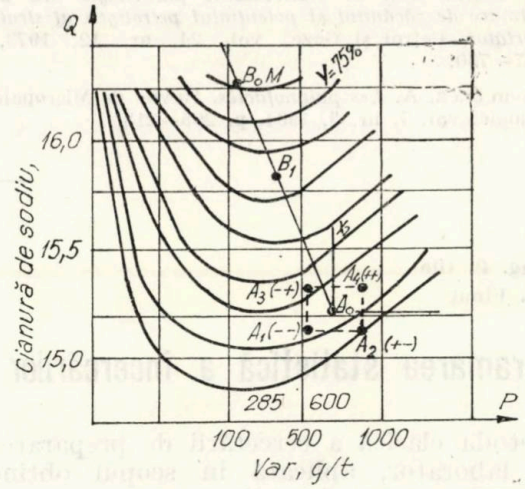


Fig. 2. Extracţia metalică de aur $y = f(P\,Q)$

Pentru a ajunge în domeniul maxim al extracţiei de metal se pleacă din punctul A_0, a cărui proiecţie în planul POQ are coordonate $P'Q'$ ce corespund la două valori iniţial alese a factorilor (600 g/t var şi 15 g/t cianură, vezi tabelul 1) numite n i v e l d e b a z ă. Pentru simplificare, se ia un nou sistem de axe X_1 şi X_2 cu centrul în A_0 paralele cu axele vechi, faţă de care are următoarele coordonate:

$$X_1 = \frac{P - P'}{S_1}$$

$$X_2 = \frac{Q - Q'}{S_2} \qquad (8)$$

unde:

S_1 şi S_2 — coeficienţi etalon de variaţie a factorilor denumiţi u n i t a t e d e v a r i a ţ i e (a căror valoare este indicat să nu depăşească 30% din nivelul de bază) exprimat în aceleaşi unităţi cu factorul respectiv În tabelul 1 s-a ales:

$$S_1 = 150 \text{ g/t, iar } S_2 = 5 \text{ g/t.}$$

Fiecare factor variază la două niveluri $A_0 + S_i$ şi $A_0 - S_i$ numite n i v e l u l s u p e r i o r notat $\Delta X = +1$, şi respectiv n i v e l u l i n f e r i o r notat cu $\Delta x = -1$.

Se pune condiţia ca suma devierilor $\Delta\varepsilon_i$ să fie nulă:

$$\sum \Delta\varepsilon_i = 0 \qquad (9)$$

Se face planificarea sub forma unei matrici a primei serii de încercări numită s e r i a d e b a z ă a căror funcţie y va defini planul în

care se află punctul A_0. Numărul N al acestor încercări este dat de relaţia :

$$N = 2^n \tag{10}$$

unde n este numărul factorilor.

În cazul nostru la 2 factori planul în noile coordonate X_1 A_0 X_2 este delimitat de patru puncte (fig. 2) A (-1); (-1); A_2 $(+1$; $-1)$; A_3 $(+1$; $+1)$; A_4 $(-1$; $+1)$.

Din cele patru încercări rezultă patru valori pentru funcţie de scop : y_1, y_2, y_3, y_4.

Se calculează coeficienţii a_i ai planului cu ajutorul formulelor :

$$a_i = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n} \Delta X_i \, y_i$$

$$a_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{n} y_i \cdot \tag{11}$$

Întrucît $\Delta X_i = \pm 1$, calculul coeficienţilor de regresie se rezumă la suma algebrică a rezultatului încercărilor împărţită la numărul acestora.

$$a_1 = \frac{1}{y} (-y_1 + y_2 - y_3 + y_4)$$

$$a_2 = \frac{1}{y} (-y_1 - y_2 + y_3 + y_4) \tag{12}$$

$$a_0 = \frac{1}{y} (+y_1 + y_2 + y_3 + y_4) \cdot$$

Coeficienţii a_1 şi a_2 determină direcţia gradientului conform ecuaţiei (7), iar pentru deplasarea pe această direcţie se calculează *pasul* deplasării p_i :

$$p_i = a_i \, S_i. \tag{13}$$

Pasul calculat se adună algebric, integral sau fracţionat, la nivelul de bază şi se efectuează prima încercare de căutare a optimului (punctul B_1) apoi se face o nouă încercare la un pas sau fracţiuni de pas de precedenta (punctul B_2) şi aşa mai departe pînă se atinge domeniul optimp în care valoarea funcţiei y este aproape de valoarea maximă M.

În continuare valoarea funcţiei începe să scadă datorită îndepărtării de M pe aceeaşi direcţie.

Dacă se consideră necesar se planifică o nouă serie de încercări luînd ca bază factorii la valorile pentru care y = maximum, astfel făcîndu-se şi o mai bună apropiere de punctul M.

Urmărind tabelul 1 după mărimea coeficienţilor a_1 şi a_2, constatăm că în condiţiile date consumul de 600 g/t var a avut influenţă negativă asupra extracţiei de aur, în timp ce consumul de 15 g/t cianură aproape că nu are influenţă. Astfel, la prima încercare de căutare a optimului s-a ajuns la 73,6% extracţie, apoi la a doua încercare, deşi s-a făcut o deplasare cu numai un sfert de pas, extracţia a crescut la 75,1%, apoi în continuare începe să scadă, semn că ne îndepărtăm acum pe aceeaşi direcţie de punctul maxim M prin efectul nefavorabil al creşterii treptate a consumului de cianură.

Tabelul 1

Planificarea cu doi factori la flotarea concentratului Pb—Cu

Nr. crt.	Specificaţie	Factorii studiaţi: var g/t,	Factorii studiaţi: cianură, g/t	Funcţia de scop, y, m% Au
1	Nivel de bază (coordonatele lui A_0 în planul $PO\ Q_i$)	600	15	$y_0 = 62{,}3$
2	Unitatea de variaţie S_i	150	5	
3	Nivelul superior $A_0 + S_i$	750	20	
4	Nivelul inferior $A_0 - S_i$	450	10	
	Planificarea matricială			
5	Încercarea nr. 1 (pct. A_1)	—	+	$y_1 = 64$
6	Încercarea nr. 2 pct. A_2)	+	—	$y_2 = 57$
7	Încercarea nr. 3 (pct. A_3)	—	+	$y_3 = 63$
8	Încercarea nr. 4 (pct. A_4)	+	+	$y_4 = 59$
9	Calculul coeficienţilor $a_1 = \frac{1}{4}(-64+57-63+59)$	$-2{,}8$	—	
	$a_2 = \frac{1}{4}(-64-57+63+59)$	—	$+0{,}25$	
10	Pasul $(a_i \cdot S_i)$	$-2{,}8 \cdot 150 = -420$	$0{,}25 \cdot 5 = 1{,}25$	
11	Încercarea nr. 5 La 1/2 paşi de A_0 ($A_0 + 1/2\, p_1$ şi $A_0 + 1/2\, p_2$)	$600 - 1/2 \cdot 420 = 390$	$15 + \frac{1}{2} 1{,}25 = 15{,}6$	$y_5 = 73{,}6$
12	Încercarea 6 — la 1/4 paşi de precedenta	$390 - \frac{1}{4} 420 = 285$	$15{,}6 + \frac{1}{4} 1{,}25 = 16{,}0$	$y_6 = 75{,}1$
13	Încercarea 7 — la 1/4 paşi de precedenta	$285 - \frac{1}{4} 420 = 180$	$16 + \frac{1}{4} 1{,}25 = 16{,}31$	$y_7 = 74{,}8$

Planificarea cu patru factori la flotarea unui minereu cuprifer

S-a lucrat pe o probă de minereu cuprifer cu conţinut de 1,26% Cu şi 11,50 % S, urmărind la flotarea primară influenţa a patru factori şi anume :

x_1 este finețea de măcinare, %—0,08 mm;
x_2 — consum de var, g/t;
x_3 — consum de xantat butilic, g/t;
x_4 — timp de flotare, min.

A fost pusă condiția ca extracția m și conținutul c de cupru al concentratului obținut să fie maximă. Deci funcția de scop $Y = m + c$.

Această condiție se poate însă realiza, atît la o extracție mare și un conținut mic, cît și la o extracție mică și un conținut mare, de metal. Pentru a putea alege situația cea mai convenabilă am trecut în tabelul 3 rezultatul încercărilor în care se poate urmări conținutul c și extracția de metal m.

Conform metodei descrise a fost întocmit tabelul 2 din care se poate constata modul de lucru. Condițiile inițiale (nivelul de bază) au fost alese prin apreciere și se constată că după calculul coeficienților de regresie a_i și aplicarea pasului sau fracțiunilor de pas p_i din numai cîteva încercări funcția de scop y a fost adusă în domeniul optim. Rezultatele obținute la încercarea 10 și 11 ne satisfac și nu considerăm necesară o planificare nouă pentru atingerea punctului M.

Urmare a acestor încercări se propun următoarele condiții de lucru:

$x_1 = 62 - 64/ - 0{,}08$ mm;

x_2—1800 — 2000 g/t var (cu activitate 70%);

Planificare statistică a încercărilor de preparare în laborator cu patru factori *Tabelul 2*

	Indicatorii	Factorii studiați				Funcția de scop y $(c+m)$
		Finețea % —200 ochi/țol x_1	var x_2	xantat butilic x_3	timp de flotare x_4	
1	Nivel de bază (A_0)	45	1100	12	4′	$y_0 = 108{,}25$
2	Unitatea de variație (S_i)	10	382	5	1′	
3	Nivelul superior ($A_0 + S_i$)	55	1500	17	5′	
4	Nivelul inferior ($A_0 - S_i$)	35	500	7	3′	
		Planificarea matricială				
5	Încercarea nr. 1	—	—	—	—	$y_1 = 106{,}15$
6	Încercarea nr. 2	+	+	+	+	$y_2 = 107{,}20$
7	Încercarea nr. 3	+	—	+	—	$y_3 = 106{,}35$
8	Încercarea nr. 4	—	+	—	+	$y_4 = 106{,}50$
9	Încercarea nr. 5	—	—	+	+	$y_5 = 99{,}20$
10	Încercarea nr. 6	+	+	—	—	$y_6 = 107{,}70$
11	Încercarea nr. 7	—	—	—	+	$y_7 = 103{,}90$
12	Încercarea nr. 8	+	+	+	—	$y_8 = 106{,}90$
13	Coeficientul $a_1 = \frac{1}{8}(-106{,}15+107{,}2+106{,}35-106{,}5-99{,}2+107{,}7-103{,}9+106{,}9)$	1,55	—	—	—	
14	Coeficientul $a_2 = \frac{1}{8}(-106{,}15+107{,}2-106{,}35+106{,}5-99{,}2+107{,}7-103{,}9+106{,}9$	—	1,58	—	—	
15	Coeficientul $a_3 = +106{,}35-106{,}5+99{,}2-107{,}7-103{,}9+106{,}9$	—	—	0,57	—	
16	Coeficientul $a_4 = \frac{1}{8}(-106{,}15+107{,}2-106{,}35+106{,}5+99{,}2+107{,}7+103{,}9-106{,}9)$	—	—	—	—1,3	
		$1{,}55 \times 10 = 15{,}5$	$1{,}58 \times 382 = 604$	$-0{,}57 \times 5 = -2{,}85$	$-1{,}3 \times 1 = -1{,}3$	
17	Pasul unic ($a_i \cdot S_i$)					
18	Încercarea 9 la un pas de punctul A_0 (pct. B_1)	$45+15{,}5 = 60{,}5$	$604+1100 = 1704$	$4-1,3 = 3{,}7$	—	$y_9 = 112{,}08$
19	Încercarea 10 la distanța 1/8 a pasului de la pct. B_1 (pct. B_2)	$60{,}5 + \frac{1}{8}15{,}5 = 62{,}43$	$1704 + \frac{1}{8}604 = 1{,}779$	$9{,}15 - \frac{1}{8}2{,}85 = 8{,}65$	—	$y_{10} = 112{,}8$
20	Încercarea 11 la distanța 1/4 a pasului de la punctul B_3 (pct. B_3)	$62{,}43 + \frac{1}{4}15{,}5 = 66{,}3$	$1854 + \frac{1}{4}604 = 2005$	$8{,}65 - \frac{1}{4}2{,}830 = 7{,}94$	—	$y_{11} = 113{,}95$
21	Încercarea 12 la distanța 1/2 a pasului de la pct. B_2 (pct. B_4)	$66{,}3 + \frac{1}{2}15{,}5 = 74{,}05$	$2000 + \frac{1}{2}604 = 2302$	$7{,}94 - \frac{1}{2}2{,}83 = 6{,}53$	—	$y_{12} = 112{,}1$
22	Încercarea 13 la distanța 1/2 a pasului de la punctul B_4 (pct. B_5	$74{,}05 + \frac{1}{2}15{,}5 = 81{,}8$	$2303 + \frac{1}{2}2{,}83 = 5{,}12$	$2{,}57 - \frac{1}{2}1{,}3 = 1{,}92$	—	$y_{13} = 106{,}04$

x = calitate + extracție cupru

x_3 — 8,5 g/t xantat butilic;

x_4 — 3,4 min.

Pentru a putea face o comparație a acestei metode cu metoda clasică, am executat în prealabil încercări clasice în care ne propusesem inițial să studiem cei patru factori la următoarele valori:

— măcinare la: 45, 50, 55 și 60—0,08 mm;
— var 800, 1 100, 1 500 și 2 000 g/t;
— xantat: 5, 7, 10 și 12 g/t;
— timp de flotare: 1, 2, 3 și 4 min.

Aceasta ar fi însemnat însă $4^4 = 256$ încercări, astfel că am renunțat la prima valoare a fiecărui factor, efectuînd deci $3^4 = 81$ încercări. Cel mai bun rezultat s-a obținut la finețea de 60%—0,08 mm, var 2 000 g/t, xantat butilic 7 g/t și timp de flotare 3 minute, condiții în care extracția de cupru a fost 94,3% și calitatea concentratului 17,4% Cu. Acest rezultat

Tabelul 3

Rezultatele flotării concentratului de cupru prin planificarea statistică dintr-un minereu cuprifer

Nr. înc.	Produs	V %	Conținuturi, %		Extracții, %		Obs.
			Cu	S	Cu	S	
0	Original	100,0	1,30	11,05	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	8,3	14,65	31,02	93,6	20,5	
	Steril Cu	91,7	0,08	9,58	6,4	79,5	
1	Original	100,0	1,29	11,70	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	7.6	15,45	32,39	9,07	21,0	
	Steril Cu	92,4	0,13	10,0	9,3	79,0	
2	Original	100,0	1,27	11,59	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	9,3	12,90	30,91	94,3	28,0	
	Steril Cu	9,7	0,08	9,33	5,7	72,0	
3	Original	100,0	1,35	10,97	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	10,0	12,25	37,87	94,1	35,9	
	Steril Cu	89,6	0,09	7,85	5,9	64,1	
4	Original	100,0	1,27	11,08	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	8,6	13,70	28,06	92,8	21,8	
	Steril Cu	91,4	0,10	9,48	7,2	78,2	
5	Original	100,0	1,21	10,63	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	16,5	6,80	35,12	92,4	54,42	
	Steril Cu	83,5	0,11	5,79	7,6	45,58	
6	Original	100,0	1,20	11,74	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	7,6	14,60	27,65	93,1	17,9	
	Steril Cu	92,4	0,09	10,43	6,9	82,1	
7	Original	100,0	1,22	11,14	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	7,6	12,90	29,10	91,0	22,6	
	Steril Cu	92,4	0,12	9,44	9,0	77,4	
8	Original	100,0	1.22	11,41	100,0	100,0	
	Concentrat Cu	9,6	12.10	33,88	94,8	28,5	106,9
	Steril Cu	90,4	0,07	9,14	5,2	72,5	
9	Original	100,0	1,28	11,73	100,0	100,0	—
	Concentrat Cu	7,1	17,18	27,73	94,9	16,78	112,0
	Steril Cu	92,9	0,07	10,51	5,1	83,22	
10	Original	100,0	1,25	12,85	100,0	100,0	
	Concentrat Cu	6,9	17,30	29,22	95,5	15,68	112,8
	Steril Cu	93,1	0,06	11,64	4,5	84,32	
11/ R	Original	100,0	1,26	11,72	100,0	100,0	
	Concentrat Cu	6,54	18,45	29,02	95,5	16,2	113,95
	Steril Cu	93,46	0,06	10,51	4,5	93,8	
12/ R	Original	100,0	1,22	11,44	100,0	100,0	
	Concentrat Cu	6,9	16,70	27,90	94,6	16,7	111,3
	Steril Cu	93,1	0,07	10,22	5,4	83,3	
13	Original	100,0	1,10	12,25	100,0	100,0	
	Concentrat Cu	7,55	13,55	24,83	92,49	15,32	106,04
	Steril Cu	92,45	0,09	11,20	7,51	84,68	

se situează sub nivelul celui obținut ulterior prin planificare statistică, în care au fost necesare doar 12 încercări (exceptînd încercările în paralel) și se explică prin faptul că valorile atribuite factorilor nu coincid cu cele determinate ca optime prin programare statistică.

Metoda descrisă poate fi aplicată la orice fază de flotare și orice tip de minereu însă în cadrul ICPMMN a fost verificată numai la flotarea primară a concentratelor și nu putem exemplifica cu date concrete fazele de reflotare sau de separare a concentratelor care actualmente se află în studiu. Metodologia de lucru însă rămîne aceeași, cu mențiunea că planificarea factorilor se face ținînd seama de noile condiții în care urmează să se desfășoare procesul și foarte important ca flotarea de bază să-și mențină absolut constante condițiile de lucru.

Pentru aplicarea metodei vom reține următoarele.

● Alegerea factorilor X_i, nivelului de bază și unități de variație S_i, se face în condițiile corespunzătoare scopului și cît mai apropiate de cele optime. La nevoie pentru minereuri noi se pot face 2—3 încercări informative. Unitatea de variație S_i nu va depăși 30—35% din nivelul de bază al factorului respectiv și va fi mai mică pentru factorul ce influențează mai puternic.

● La alegerea matricei planificării avem în vedere că intervalul de variație este egal cu unitatea și că încercările sînt dispuse simetric în raport cu punctul de referință A_0. Matricea trebuie să fie ortogonală (suma produselor a două coloane să fie nulă). Numărul încercărilor din matrice dat de relația (10) poate fi redus prin fracționare, însă va fi mai mare sau cel mult egal cu numărul factorilor studiați. În matrice coloanele pot fi schimbate între ele, nu însă și valoarea elementelor acesteia.

● Funcția de scop y va fi un parametru exprimat numeric. Dacă acest lucru nu este posibil se apreciază rezultatele prin calificative (foarte rău, rău, satisfăcător, bine, foarte bine) cărora li se atribuie o notație cifrică convențională corespunzătoare (de exemplu de la 2 la 10).

● Pasul de deplasare, respectiv de schimbare a valorii factorului, este produsul dintre unitatea de variație S_i și coeficienții de regresie calculați cu relația (11). El poate fi mărit sau micșorat după necesitate de K ori. Pentru toți factorii K trebuie să fie însă același.

● Coeficienții de regresie indică măsura de influență a factorilor. Coeficientul mic indică faptul că factorul nu influențează procesul însă se poate datora și unei unități prea mici de variație. Pentru verificare în acest caz se mărește unitatea de variație și dacă, după noile încercări efectuate, coeficientul rămîne mic, este cert că factorul nu influențează procesul.

● Exactitatea rezultatelor obținute poate fi verificată cu ajutorul criteriului Kohren. Pentru aceasta se efectuează încercări în paralel, se determină dispersiile și se face raportul dintre valoarea cea mai mare a dispersiilor și suma celorlalte. Acest raport trebuie să fie mai mic decît valoarea tabelară corespunzătoare numărului de încercări și gradului de libertate f (f — suma încercărilor paralele din care se scade cifra 2). Dacă valoarea acestui raport este mai mare, încercările trebuie repetate.

De asemenea poate fi determinată și valoarea coeficienților de regresie (de exemplu : cu ajutorul criteriului Student).

De obicei însă, dacă se lucrează cu atenție, erorile experimentării se înscriu în limitele admise și cercetătorul apelează mai rar la determinarea lor întrucît, ajunși în domeniul optim sau numai în apropierea acestuia, printr-o nouă planificare se atinge scopul urmărit.

Pentru a veni în ajutorul celor dornici să aplice metoda descrisă, prezentăm mai jos cîteva tipuri de matrici bazate pe analiza combinatorie, în scopul planificării încercărilor de bază pentru trei, cinci, șase și șapte factori, reamintind că semnul + reprezintă nivelul superior, iar semnul — reprezintă nivelul inferior de variație.

3 *factori* :

	x_1	x_2	x_3
1	—	—	+
2	+	—	—
3	—	—	+
4	+	+	+
5	—	—	—
6	+	—	+
7	—	+	+
8	+	+	—

5 *factori* :

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	—	—	—	—	—
2	—	—	+	+	+
3	—	+	—	+	+
4	—	+	+	—	—
5	+	—	—	+	—
6	+	—	+	—	+
7	+	+	—	—	+
8	+	+	+	+	—

6 *factori* :

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
1	—	—	—	—	—	—
2	—	—	+	+	+	—
3	—	+	—	+	+	+
4	—	+	+	—	—	+
5	+	—	—	+	—	+
6	+	—	+	—	+	+
7	+	+	—	—	+	—
8	+	+	+	+	—	—

7 *factori* :

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7
1	—	—	—	—	—	—	—
2	+	+	—	—	+	+	—
3	+	—	+	—	+	—	+
4	—	+	+	—	—	+	+
5	+	—	—	+	—	+	+
6	—	+	—	+	+	—	+
7	—	—	+	+	+	+	—
8	+	+	+	+	—	—	—

Concluzii

Se descrie, cu exemplificări și adaptări practice, o metodă operativă de planificare și efectuarea încercărilor de laborator, bazată pe deplasarea după gradient spre punctul optim căutat.

Metoda prezintă avantajul reducerii considerabile a numărului de experimentări și oferă posibilitatea unei mai precise determinări și interpretări a rezultatelor experimentale.

BIBLIOGRAFIE

[1] Mitrofanov, S. I. *Issledovanie poleznth iscopaemth na obogatimosti*. Gosgortehizdat, 1962.

[2] Olevskaia, I. V. *Provedenie experimentalnth issledovanii po prințipu bistreișego nahojdenia optimuma*. Obogașcenie rud, nr. 3, 1965.

[3] Kopatilov, V. I. *O metodiche razrabotki optimalnogo rejima flotații*. Obogașcenie rud nr. 3, 1965.

[4] Plaksin, I. N. *Statisticescoe planirovanie opttov flotații*. Obogașcenie rud, nr. 4, 1966.

[5] Kopatilov, V. I. *Opredelenie optimalnth uslovii flotații achistennoi svințovoi rudt po metodu crutogo voshojdenia*. Obogașcenie, nr. 4, 1966.

[6] Tihonov, O. N. *Vtbor probnogo șaga pri provedenti opttov po metodu crutogo voshojdenia*. Obogașcenie rud, nr. 5, 1966.

[7] Ciuianov, G. G. *Izucenie poverhnostei otklica proțessa flotații ugolnth șlamov i opredelenie optimalnth uslovii vedenia proțessa*. Izv. vuzov Gornîi jurnal, nr. 11, 1967.

[8] Barskii, L. A. și Rubinstein, I. B. *Chibernetisceschie metodt v obogașcenii poleznth iscopaemth*, Izd. Nedra, Moskva, 1970.

[9] Zorilescu, D. *Metode matematice de analiză și decizie în geologie și minerit*. Ed. tehnică, 1972.

[10] Pascal, Ec. Ilie, L. M., și Tomov, I. *Optimizarea exploatării uzinelor de preparare a minereurilor prin aplicarea metodelor moderne de calcul*. Studiu ICPMMN Baia Mare, Laboratorul de cercetări tehnologice, 1974.

Ing. A. Athanasiadis

Folosirea emulsiilor acide pentru creșterea productivității sondelor

I. Domeniul de aplicabilitate al emulsiilor acide

Dintre fromațiile purtătoare de țiței, cele care se pretează cel mai bine la operații ce au ca scop creșterea permeabilității acestora sînt, în general, acelea care au un anumit grad de fisurare naturală sau care pot fi fisurate, acestea fiind gresiile, calcarele și dolomitele.

În aceste formații, modul de curgere a țițeiului din strat în sondă este, în general, următorul : țițeiul curge din roca propriu-zisă (matrice) în sondă, dar ponderea cantitativă a acestei curgeri este, de cele mai multe ori, foarte scăzută, datorită faptului că permeabilitatea absolută a unor astfel de formații este, la rîndu-i, mică. De asemenea, țițeiul curge din matrice în fisuri și apoi din fisuri în sondă, aceasta reprezentînd de fapt principala sursă de aflux a țițeiului în sonde.

În această situație, rezultă că debitul sondelor care exploatează astfel de zăcăminte depinde de permeabilitatea matricei, de gradul de fisurare a formației, de extinderea fisurilor, precum și de lărgimea lor, respectiv de permeabilitatea fisurilor.

În baza celor de mai sus se poate explica comportarea generală a zăcămintelor de țiței cantonate în roci grezoase sau carbonatice, respectiv faptul că, inițial, sondele produc cu debite relativ ridicate, iar după un anumit timp debitul sondelor scade la valori reduse. În prima perioadă, debitul relativ ridicat al sondelor se datorează efectului de împingere elastică a țițeiului din fisuri, pe măsura decomprimării zăcămîntului, după care debitul sondelor se stabilizează la valori inferioare celor obținute în prima perioadă, aceste valori fiind corespunzătoare posibilităților de curgere a țițeiului din matricea puțin permeabilă în fisuri, de suprafața fisurilor, respectiv de suprafața de curgere a țițeiului din matrice în fisuri, precum și de permeabilitatea acestora.

Ca atare, rezultă că, dacă într-o formație grezoasă sau carbonatică sistemul fisural existent ar putea fi extins iar fisurile lărgite, permeabilitatea efectivă a formației ar crește și în consecință ar crește și debitul sondelor prin care se exploatează aceste formații.

Pentru a putea extinde un sistem fisural existent într-o astfel de formație este necesar să se forțeze pătrunderea în fisuri a unor fluide vîscoase, care să poată fi capabile, din punct de vedere mecanic, să realizeze dezideratul amintit. Dacă în calcare și dolomite aceste fluide ar avea și proprietăți acide astfel încît, după pătrunderea în fisurile existente sau nou create, ar intra în reacție chimică cu carbonații din rocă, respectiv cu carbonații din pereții laterali ai fisurilor, concomitent cu fisurarea formației s-ar putea realiza și o lărgire a fisurilor, fără să mai fie necesar ca împreună cu fluidul de fisurare să se introducă și agenții fizici de menținere lărgită a acestora.

Realizarea cea mai însemnată pe plan mondial în acest sens a fost crearea unor emulsii suficient de stabile între HCl și produse petroliere sau țiței, în care HCl este dispersat și înglobat în masa de produs petrolier sau țiței.

Datorită faptului că aceste emulsii au o viscozitate suficient de ridicată, ele pot fi fluide cu bune calități pentru fisurarea hidraulică a rocilor. De asemenea, în funcție de stabilitatea emulsiilor în condițiile existente în formații, reacția dintre HCl și componenții rocilor începe după spargerea emulsiei, respectiv după elibe-

rarea din emulsie a HCl. Întrucît spargerea emulsiei se produce după un anumit timp, în care emulsia a fost supusă condiţiilor din strat, aceasta înseamnă că reacţia chimică dintre HCl şi rocă începe după fisurarea formaţiei şi după ce emulsia a pătruns deja prin fisuri pînă la o anumită distanţă faţă de sondă. În acest fel, după încetarea exercitării presiunii de fisurare a formaţiei, respectiv după reînchiderea fisurilor, datorită reacţiei chimice dintre HCl şi carbonaţii din rocă, în fisuri rămîne un spaţiu suplimentar şi totodată suficient de uniform în toată zona în care a pătruns emulsia, ceea ce înseamnă că de fapt p e r m e a b i l i t a t e a f i s u r i l o r*) este astfel îmbunătăţită.

Recapitulînd cele de mai sus, rezultă că domeniul de aplicare al emulsiilor acide de ţiţei sau produse petroliere şi HCl se referă în general, la formaţiile geologice constituite din roci slab fisurate natural şi totodată fisurabile, în care ţiţeiul este cantonat, în principal, în matrice, cele mai indicate dintre acestea fiind rocile carbonatice.

Aplicabilitatea emulsiilor acide la formaţiile carbonatice cu un sistem de fisuri bine dezvoltat sau în care ţiţeiul este cantonat numai în fisuri, se reduce numai la cazurile în care comunicaţia hidrodinamică dintre sondă şi sistemul major de fisuri din strat continuă să rămînă slabă, chiar şi după efectuarea în prealabil a unor acidizări obişnuite cu soluţii de HCl, pentru deblocarea formaţiei. În caz contrar, respectiv în cazul în care sistemul bine dezvoltat al fisurilor din formaţie este la rîndu-i bine pus în comunicaţie hidrodinamică cu sonda, injectarea în formaţie a emulsiei acide nu poate avea o contribuţie prea însemnată la creşterea permeabilităţii acesteia, respectiv la creşterea debitului de ţiţei al sondelor, întrucît emulsia ar lărgi şi mai mult nişte fisuri deja largi dar n-ar putea să extindă prea mult un sistem fisural deja bine dezvoltat.

II. Caracteristicile principale ale emulsiilor acide

Deşi pentru crearea unor emulsii acide de ţiţei sau de produse petroliere există în prezent, în lume, mai mulţi emulgatori de fabricaţie străină, în condiţiile din ţara noastră procurarea acestora este dificilă, datorită faptului că nu pot fi achiziţionaţi decît numai prin import şi în consecinţă necesită cheltuieli valutare.

Căutînd rezolvarea acestor probleme, la Institutul de cercetări şi proiectări pentru petrol şi gaze din Cîmpina s-a reuşit să se elaboreze un emulgator eficace, denumit „Emulcor 101", cu ajutorul căruia se pot realiza emulsii de HCl atît în ţiţei, cît şi în produse petroliere, faza dispersă constituind-o acidul.

Emulsiile de HCl în ţiţei, preparate cu „Emulcor 101", sînt foarte stabile la temperatura mediului ambiant, iar la temperaturi ridicate şi în contact cu carbonaţii dau rezultate mult superioare întîrzietorilor propriu-zişi de reacţie, aditivaţi soluţiilor de HCl. În general, în emulsiile de ţiţei, viteza de reacţie a HCl cu carbonaţii din roci este întîrziată de peste 30 de ori faţă de aceea a unei soluţii obişnuite de HCl şi de circa 4 ori faţă de viteza de reacţie a unei soluţii de HCl aditivată cu substanţe adecvate [2].

Cercetări efectuate în legătură cu comportarea emulsiilor acide de ţiţei, preparate cu emulgatorul amintit şi folosind ţiţeiuri din mai multe zăcăminte carbonatice, au condus la următoarele concluzii [1]:

— cea mai bună stabilitate s-a obţinut cu emulsii preparate cu ţiţei în proporţie de 30% şi cu soluţie de HCl în proporţie de 70%;

— proporţia optimă de „Emulcor 101" ce trebuie folosită la prepararea emulsiilor este de 1% faţă de cantitatea totală a acestora;

— viscozitatea emulsiilor este mult mai ridicată decît aceea a ţiţeiului în care se prepară, în general de peste 10 ori mai mare;

— stabilitatea emulsiilor, în prezenţa $CaCO_3$, este mai mică la temperaturi ridicate şi mai mare la temperaturi scăzute. De asemenea şi timpul în care se sparge complet emulsia este mai scurt la temperaturi ridicate şi viceversa;

— concentraţia optimă a soluţiilor de HCl cu care se prepară emulsia este cuprinsă între 15 şi 17%.

Pe baza acestor concluzii, studiul comportării emulsiilor acide de ţiţei, din punctul de vedere al viscozităţii şi al vitezei de reacţie cu $CaCO_3$ (stabilitatea emulsiilor) conduce, în general, la obţinerea unor rezultate ale căror reprezentare grafică se înscrie în cadrul curbelor de comportare redate în figurile 1, 2 şi 3. De menţionat însă, că diagramele din aceste figuri redau numai o comportare schematică a emulsiilor acide, întrucît în realitate se obţin curbe specifice, în funcţie de tipul ţiţeiului cu care se prepară emulsia, precum şi de zăcămîntul din care acesta a fost extras.

Din analiza curbei din figura 3 se observă că în zona $A - B$ viteza de reacţie a emulsiei cu carbonaţii este minimă şi constantă, ceea ce conduce la concluzia că în condiţiile în care emulsia a obţinut temperatura zăcămîntului şi a intrat în contact cu carbonaţii din roci aceasta este încă stabilă în intervalul de timp corespunzător (80 min.). În zona $B-C$ însă, a cărui interval de timp reprezintă o durată de circa 40 min., emulsia începe să se spargă, iar HCl eliberat din emulsie începe să reacţioneze cu carbonaţii din formaţie din ce în ce mai intens, acest fapt fiind dovedit prin creşterea consumului de carbonat, respectiv prin creşterea

*) După unii autori permeabilitatea fisurilor este denumită şi conductivitate.

vitezei de reacţie a emulsiei acide. Punctul *C* marchează intervalul de timp total (în cazul exemplificat 120 min.) în care, în condiţiile de temperatură din formaţie şi în contact cu carbonaţii din rocă, emulsia s-a spart complet, iar întreaga cantitate de soluţie de HCl înglobată în emulsie a fost eliberată şi a început să reacţioneze chimic cu carbonaţii din pereţii laterali ai fisurilor rocii. Zona *C—D* a diagramei marchează intervalul de timp în care soluţia de HCl, eliberată complet din emulsie, reacţionează chimic cu carbonaţii din rocă pînă la consumarea completă a acesteia. Evident că, în această perioadă de timp, viteza de reacţie, respectiv consumul de carbonaţi, sînt în descreştere continuă.

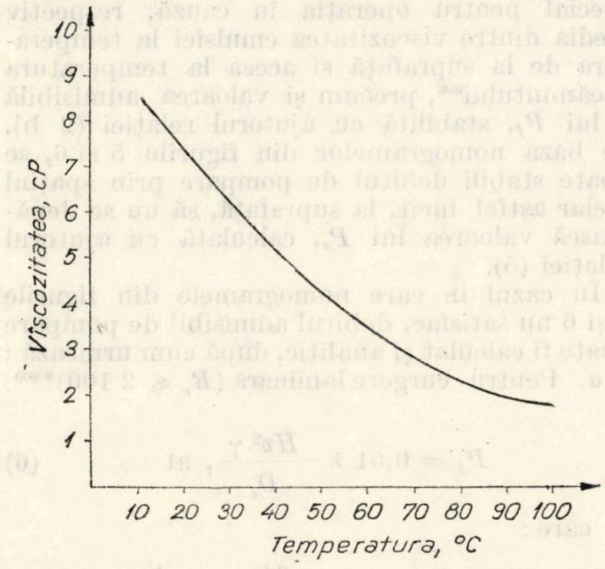


Fig. 1. Variaţia, cu temperatura, a viscozităţii ţiţeiului.

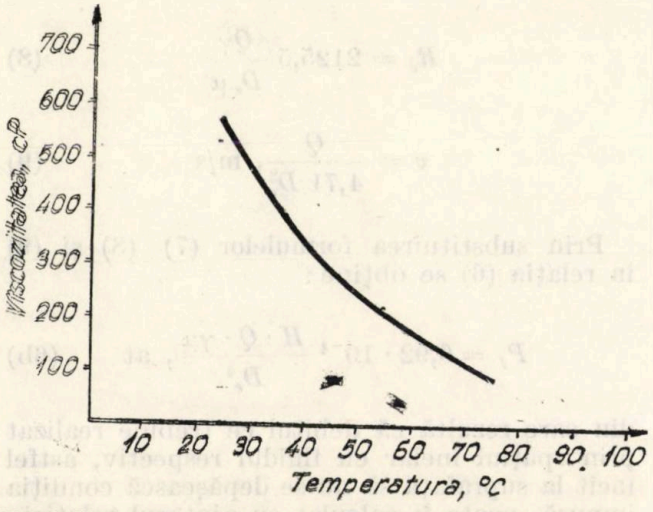


Fig. 2. Variaţia, cu temperatura, a viscozităţii emulsiei acide.

Datorită acestor caracteristici ale comportării emulsiilor acide în interiorul formaţiilor productive, rezultă că în cazul în care emulsia acidă este efectiv introdusă în fisurile unei formaţii carbonatice, va realiza o creştere a permeabilităţii (conductivităţii) acestora numai în zona în care a putut pătrunde în intervalul de timp cuprins între momentul în care emulsia a început să pătrundă în fisurile formaţiei şi momentul în care aceasta s-a spart complet. Dacă după scurgerea acestui interval de timp se va continua să se introducă emulsia în formaţie, cantitatea suplimentară de emulsie ce se va introduce nu va contribui prea mult la extinderea în continuare a sistemului de fisuri al formaţiei, întrucît după spargere emulsia îşi pierde proprietăţile specifice unui fluid de fisurare. Ceea ce poate să producă însă această cantitate suplimentară de emulsie este numai o anumită creştere, în continuare, a permeabilităţii fisurilor prin care pătrunde şi numai în zona în care a acţionat deja HCl eliberat din emulsia pompată în intervalul de timp marcat de punctele *A* şi *C*.

Avînd în vedere cele de mai sus, rezultă că pentru a se obţine rezultate cît mai eficiente, în afară de faptul că sondele la care se vor executa operaţii de fisurare cu emulsii acide de ţiţei trebuie bine analizate şi alese, operaţiile în sine trebuie proiectate şi corect executate.

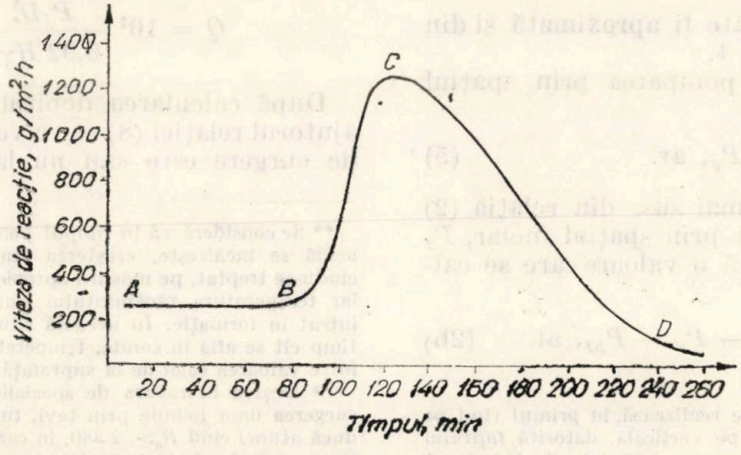


Fig. 3. Variaţia, cu temperatura, a vitezei de reacţie (consumul de $CaCO_3$) a emulsiei acide.

III Proiectarea operațiilor de fisurare cu emulsie acidă de țiței

Pomparea în formație a emulsiei acide de țiței trebuie să se efectueze cu debite maxime, la presiunile admisibile ale materialelor tubulare din sonde. De asemenea, în funcție de presiunea care se va realiza la suprafață, sonda trebuie echipată cu un cap de injecție (erupție) corespunzător.

Pentru realizarea unor debite maxime, se preconizează ca emulsiile acide să fie pompate simultan, atît prin țevile de extracție, cît și prin spațiul inelar dintre acestea și coloana sondei, iar pomparea numai prin țevile de extracție să constituie o excepție, aplicabilă numai în unele cazuri în care astfel de operații necesită etanșarea cu packer a spațiului inelar dintre țevi și coloana sondei.

În scopul încadrării în aceste condiții, operațiile de fisurare cu emulsie acidă de țiței trebuie proiectate, calculele necesare urmînd a se desfășura după cum urmează [1].

A. *Ipoteza pompării simultane prin țevile de extracție și spațiul inelar*

1. Se va calcula presiunea de fisurare pe verticală* a formației cu ajutorul relației:

$$P_F = P_{gF}H, \text{ at} \qquad (1)$$

În cazul în care nu se cunoaște gradientul de fisurare al formației, se poate admite că acesta este de 0,136 at/m.

De asemenea, presiunea de fisurare a unei formații poate fi calculată și cu ajutorul relației:

$$P_F = P_s + P_h - P_f - P_{pf}, \text{ at} \qquad (2)$$

în care:

$$P_h = \frac{H \cdot \gamma}{10}, \text{ at} \qquad (3)$$

$$P_{pf} = 2{,}27 \cdot 10^{-4} \frac{Q^2 \cdot \gamma}{nd^4\alpha^2}, \text{ at} \qquad (4)$$

Valoarea lui P_{pf} poate fi aproximată și din nomograma din figura 4.

Cît privește P_s, la pomparea prin spațiul inelar:

$$P_s = cP_p, \text{ at.} \qquad (5)$$

2. În baza celor de mai sus, din relația (2) rezultă că la pomparea prin spațiul inelar, P_f nu trebuie să depășească o valoare care se calculează astfel:

$$P_f = P_s + P_h - P_F - P_{pf}, \text{ at} \qquad (2b)$$

* Fisurarea unei formații se realizează, în primul rînd pe planuri orientate, în general, pe verticală, datorită faptului că forța necesară creării unor astfel de fisuri este inferioară celei necesare creării de fisuri orizontale.

3. Cunoscînd viscozitatea medie a emulsiei preparată cu țițeiul extras din zona în care se află sonda sau eventual și cu un alt țiței adus special pentru operația în cauză, respectiv media dintre viscozitatea emulsiei la temperatura de la suprafață și aceea la temperatura zăcămîntului**, precum și valoarea admisibilă a lui P_f, stabilită cu ajutorul relației (2 b), pe baza nomogramelor din figurile 5 și 6, se poate stabili debitul de pompare prin spațiul inelar astfel încît, la suprafață, să nu se depășească valoarea lui P_s, calculată cu ajutorul relației (5).

În cazul în care nomogramele din figurile 5 și 6 nu satisfac, debitul admisibil de pompare poate fi calculat și analitic, după cum urmează:

a. Pentru curgere laminară ($R_e \leqslant 2\,100$)***.

$$P_f = 0{,}51\,\lambda \frac{Hv^2\gamma}{D_e}, \text{ at} \qquad (6)$$

în care:

$$\lambda = \frac{64}{R_e} \qquad (7)$$

$$R_e = 2125{,}5 \frac{Q\gamma}{D_e\mu} \qquad (8)$$

$$v = \frac{Q}{4{,}71\,D_e^2}, \text{ m/s} \qquad (9)$$

Prin substituirea formulelor (7) (8) și (9) în relația (6) se obține:

$$P_f = 6{,}92 \cdot 10^{-4} \frac{H \cdot Q \cdot \gamma\mu}{D_e^4}, \text{ at} \qquad (6b)$$

din care rezultă că debitul ce trebuie realizat prin spațiul inelar cu fluidul respectiv, astfel încît la suprafață să nu se depășească condiția impusă, poate fi calculat cu ajutorul relației:

$$Q = 10^4 \frac{P_f D_e^4}{6{,}92\,H\gamma\mu} \text{ dm}^3/\text{min}. \qquad (10)$$

După calcularea debitului în acest mod, cu ajutorul relației (8) se va verifica dacă domeniul de curgere este sau nu laminar. În cazul în

** Se consideră că în timpul pompării prin sondă emulsia acidă se încălzește, creșterea temperaturii acesteia producîndu-se treptat, pe măsura apropierii de intrarea în formație, iar temperatura zăcămîntului emulsia o obține după ce a intrat în formație. În această situație, se apreciază că, atîta timp cît se află în sondă, temperatura emulsiei este cuprinsă între valoarea celei de la suprafață și celei din fomație.

*** Deși în literatura de specialitate se menționează că, la curgerea unor lichide prin țevi, turbulența începe să se producă atunci cînd $R_e > 2\,380$, în cazul emulsiilor acide de țiței se apreciază că turbulența ar putea începe atunci cînd $R_e > 2100$.

care verificarea confirmă că regimul de curgere este laminar, rezultatul obţinut cu ajutorul relaţiei (10) este valabil.

b. Pentru curgerea turbulentă ($R_e > 2100$)

Relaţia de calcul a lui P_f, în cazul unei curgeri turbulente, este :

$$P_f = 1{,}185 \cdot 10^{-3} H \frac{\gamma^{0.79} Q^{1.79} \mu^{0.207}}{D_e^{4.79}}, \text{ at} \quad (11)$$

din care rezultă că debitul ce trebuie realizat, în cazul unui P_f impus, poate fi calculat cu ajutorul relaţiei :

$$Q = \left(\frac{10^3 P_f D_e^{4.79}}{1{,}185 H \gamma^{0.79} \mu^{0.207}} \right)^{\frac{1}{1.79}}, \text{ dm}^3/\text{min} \quad (12)$$

4. Cunoscînd debitele ce trebuie realizate, precum şi presiunea de lucru la suprafaţă, se poate alege tipul şi numărul agregatelor ce trebuie să pompeze prin spaţiul inelar al son-

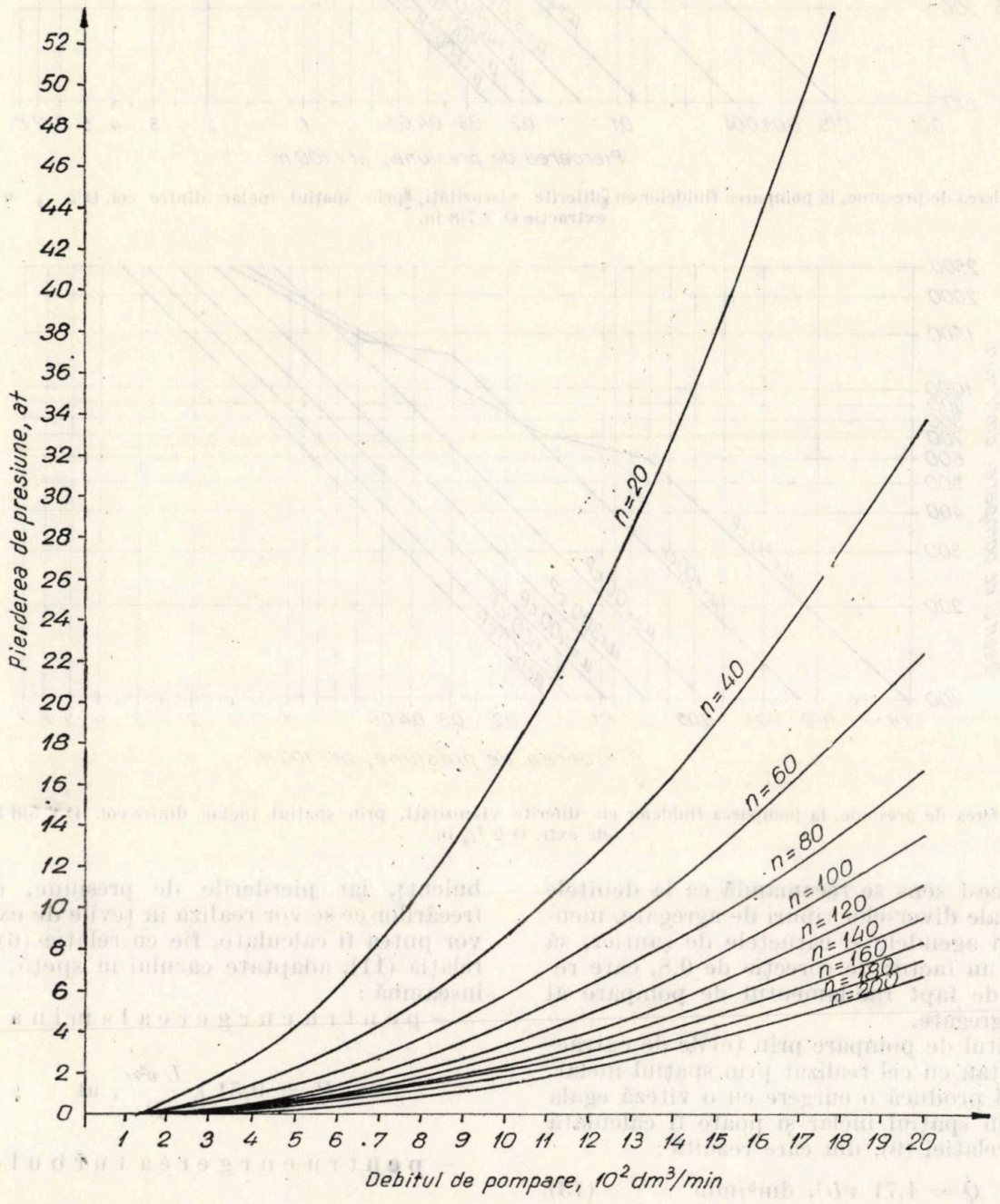


Fig. 4. Pierderea de presiune la curgerea lichidelor prin perforaţiile unei sonde, în funcţie de debitul de pompare şi de numărul total al perforaţiilor.

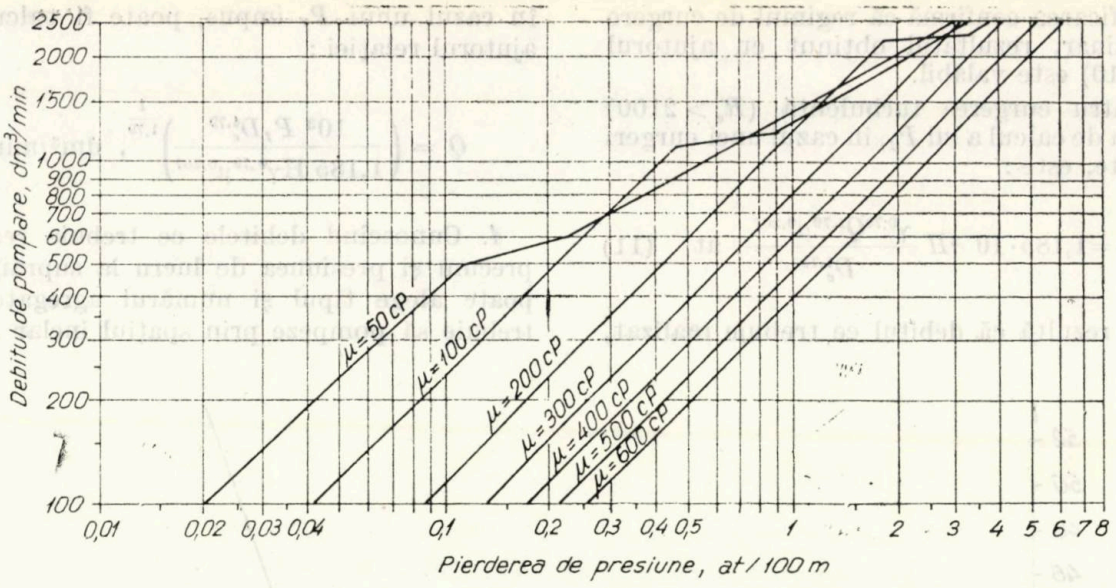


Fig. 5. Pierderea de presiune, la pomparea fluidelor cu diferite viscozităţi, prin spaţiul inelar dintre col. Ø 6 1/4 in şi ţevi de extracţie Ø 2 7/8 in.

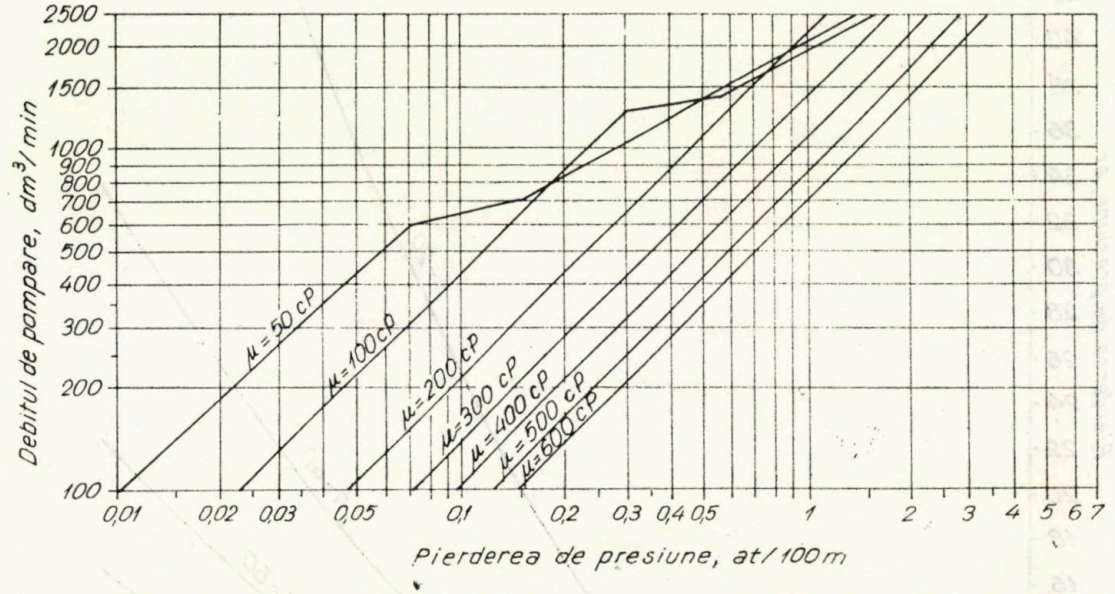


Fig. 6. Pierderea de presiune, la pomparea fluidelor cu diferite viscozităţi, prin spaţiul inelar dintre col. Ø 6 5/8 in şi ţevi de extr. Ø 2 7/8 in.

dei. În acest sens se recomandă ca la debitele teoretice ale diverselor tipuri de agregate, menţionate în agendele şi carnetele de şantier, să se aplice un factor de corecţie de 0,8, care reprezintă de fapt randamentul de pompare al acestor agregate.

5. Debitul de pompare prin ţevile de extracţie, simultan cu cel realizat prin spaţiul inelar, trebuie să producă o curgere cu o viteză egală cu cea din spaţiul inelar şi poate fi calculată pe baza relaţiei (9), din care rezultă :

$$Q = 4{,}71\ vD^2,\ \text{dm}^3/\text{min} \qquad (13)$$

În continuare, cu ajutorul relaţiei (8) se va verifica domeniul de curgere (laminar sau turbulent), iar pierderile de presiune, datorită frecărilor ce se vor realiza în ţevile de extracţie, vor putea fi calculate, fie cu relaţia (6), fie cu relaţia (11), adaptate cazului în speţă, ceea ce înseamnă :

— pentru curgerea laminară :

$$P_f = 0{,}51\ \lambda \frac{L\, v^2 \gamma}{D},\ \text{at} \qquad (14)$$

— pentru curgerea turbulentă:

$$P_f = 1{,}185 \cdot 10^{-3}\ L \frac{\gamma^{0.79} Q^{1.79} \mu^{0.207}}{D^{4.79}},\ \text{at} \qquad (15)$$

Întrucît toți factorii pot fi cunoscuți, se poate trece la calculul presiunii ce se va realiza, la suprafață, la pomparea prin țevile de extracție, folosind pentru aceasta o relație derivată din relația (2) :

$$P_s = P_F + P_f + P_{pf} - P_h, \text{ at} \qquad (2c)$$

6. Cunoscînd astfel debitul, precum și presiunea ce se va realiza la suprafață, se poate alege, atît tipul, cît și numărul agregatelor necesare la pomparea prin țevile de extracție a sondei, concomitent cu pomparea prin spațiul inelar.

În consecință, se poate preciza debitul total ce se va realiza la pomparea simultană prin țevile de extracție și prin spațiul inelar al sondei, tipul și numărul total al agregatelor cu care se va executa operația, presiunile de lucru ce se vor realiza și ca atare tipul utilajului cu care trebuie echipată sonda la suprafață.

7. Cunoscîndu-se debitul total cu care se va pompa, se poate calcula lărgimea fisurii care se va crea în formație în timpul pompării. În acest sens, trebuie menționat că, pentru a putea trata analitic această problemă, se presupune că în strat se creează o singură fisură, orientată pe un plan vertical, dezvoltată radial față de gaura sondei, cu două sensuri pe aceeași direcție [9].

Lărgimea acestei fisuri ipotetice poate fi calculată cu ajutorul relației :

$$W = 0{,}594\left(\frac{Q\,\mu L_f}{E}\right)^{\frac{1}{4}}, \text{ mm.} \qquad (16)$$

8. O dată cunoscută lărgimea fisurii ipotetice se poate trece la calculul volumului acesteia, folosind relația :

$$V_f = 2\,L_f h_f\,W\,10^{-3}, \text{ m}^3 \qquad (17)$$

Aparent, volumul de emulsie acidă ce trebuie introdusă în formație ar trebui să fie egal cu volumul fisurii ipotetice. În realitate însă, de cele mai multe ori, emulsia acidă este introdusă într-o formație deja microfisurată. Ori, în zona de strat cuprinsă în cadrul conturului de alimentare al sondei, volumul total al sistemului de microfisuri existent în formație poate fi cu mult mai mare decît volumul calculat pentru o fisură ipotetică, dar acest volum este dificil de estimat.

9. Din aceste motive, pentru a putea totuși stabili un criteriu pe baza căruia să se poată preciza volumul efectiv și util de emulsie ce trebuie pompat în formație, se vor avea în vedere numai anumite caracteristici ale emulsiilor acide de țiței, precum și anumite limitări tehnice. În acest sens, trebuie avut în vedere că toată cantitatea de emulsie trebuie introdusă în formație înainte ca aceasta, în contact cu roca și la temperatura zăcămîntului, să înceapă să se spargă. Cu alte cuvinte, durata totală a pompării în formație trebuie să fie, la limită, egală cu durata de stabilitate a emulsiei.

Astfel, dacă :

$$T = \frac{V_{em} + V_t}{Q}, \text{ min.}$$

$$T_{st} \geqslant T = \frac{V_{em} + V_t}{Q} \qquad (18)$$

rezultă că volumul de emulsie acidă ce trebuie preparată și pompată într-o formație este în funcție de durata de stabilitate a emulsiei respective, în condițiile din strat și poate fi calculată cu ajutorul relației :

$$V_{em} = (T_{st}\,Q - V_t)\,10^{-3}, \text{ m}^3 \qquad (19)$$

De asemenea, trebuie menționat că T_{st}, care se stabilește pe baza curbelor de comportare a vitezei de reacție a emulsiei acide (fig. 3), trebuie apreciat pe latura ascendentă a acestor curbe, ceea ce înseamnă că T_{st} va avea o valoare cuprinsă în intervalul de timp corespunzător punctelor B și C ale curbei.

B. *Ipoteza pompării numai prin țevile de extracție*

Desfășurarea calculului în această ipoteză este similară cu aceea din ipoteza anterioară, fiind chiar ceva mai simplă.

Astfel, cu ajutorul relației (1) se calculează presiunea de fisurare a formației P_F, după care se calculează P_h cu ajutorul relației (3), se estimează P_{pf} cu ajutorul nomogramei redate în figura 4 și se apreciază P_s, în funcție de caracteristicile tehnice ale instalației existente la gura sondei sau a celei care poate fi montată. Avînd toți acești parametri cunoscuți, cu ajutorul relației (2 b) se va calcula P_f, după care, din nomograma redată în figura 7 se poate stabili debitul de pompare și, în consecință, tipul și numărul agregatelor de pompare necesare efectuării operației.

În cazul în care nomograma din figura 7 nu satisface, calculul se va desfășura analitic. Astfel, P_f fiind cunoscut, debitul care poate fi realizat în aceste condiții va putea fi calculat cu ajutorul relației (10). În continuare, cu ajutorul relației (8) se va preciza domeniul de curgere. Dacă regimul de curgere va fi laminar, debitul de pompare va fi cel stabilit anterior cu ajutorul relației (10). În caz contrar se va folosi relația (12).

În toate aceste calcule, cu relațiile menționate, în loc de D_e se va folosi D și în loc de H se va folosi L, acolo unde este cazul.

În continuare, se va trece la calculul lărgimii fisurii ipotetice ce se va crea în formaţie, folosind pentru aceasta relaţia (16), la calculul volumului fisurii ipotetice cu ajutorul relaţiei (17) şi, în sfîrşit, la calculul volumului de emulcare se va prepara şi se va introduce în formaţie la această sondă, are o variaţie a viscozităţii cu temperatura şi o variaţie, în timp, a vitezei de reacţie cu $CaCO_3$, identice cu cele redate în figurile 2 şi 3.

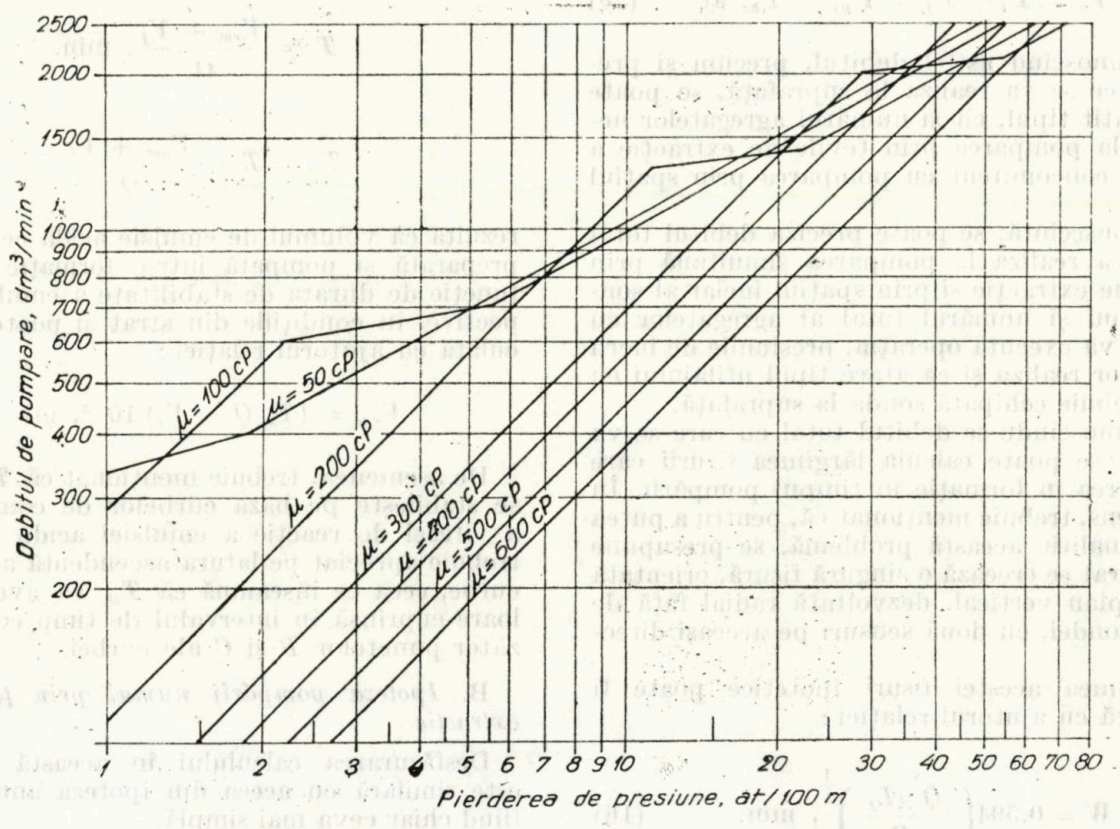


Fig. 7. Pierderile de presiune, la pomparea fluidelor cu diferite viscozităţi, prin ţevi de extracţie cu Ø 2 $^7/_8$ in.

sie ce trebuie preparată pentru operaţia în cauză, folosind pentru aceasta relaţiile (18) şi (19).

C. *Exemple de calcul*

1. Se presupune o sondă tubată cu coloană de exploatare Ø 5 $^3/_4$ in şi cu adîncimea medie a perforaturilor la 1 750 m. Coloana de exploatare a fost tubată şi probată la 120 at cu 6 ani în urmă. Conform comportării în producţie a sondei rezultă, prin calcul, că permeabilitatea efectivă a formaţiei (calcare grezoase) este de circa 6 mD, faţă de permeabilitatea absolută a matricei de 0,3—0,4 mD, ceea ce conduce la concluzia că roca este slab fisurată, iar fisurile sînt puţin extinse şi dezvoltate. De asemenea, sonda este echipată cu ţevi de extracţie Ø 2$^7/_8$ in, fixate la 1 730 m. Grosimea totală a intervalului perforat este de 10 m, conţinînd un număr total de 100 de perforaturi. Temperatura zăcămîntului este de 70°C, iar raza medie a conturului de alimentare a sondei R_c este de 300 m. Totodată, se admite că emulsia acidă,

În baza datelor de mai sus, desfăşurarea calculelor pentru proiectarea unei operaţii de fisurare cu emulsie acidă se va efectua în două ipoteze.

a. *Ipoteza pompării simultane prin ţevile de extracţie şi spaţiul inelar*

Se calculează presiunea de fisurare a formaţiei cu ajutorul relaţiei (1). Întrucît gradientul de fisurare al formaţiei nu este cunoscut, se admite că $P_{gF} = 0{,}136$ at/m, ceea ce înseamnă că :

$$P_F = 0{,}136 \cdot 1750 = 238 \text{ at.}$$

În continuare, în baza relaţiilor (3) şi (5) :

$$P_h = \frac{1750.1}{10} = 175 \text{ at.}$$

$P_{pf} \approx 4$ at (estimată din nomograma din fig. 4)

$$P_s = 0{,}85 \cdot 120 \approx 102 \text{ at.}$$

Pierderea totală de presiune admisibilă la pompare prin spaţiul inelar se va calcula cu ajutorul relaţiei (2b).

$$P_f = 102 + 175 - 238 - 4 = 35 \text{ at.}$$

Din figura 2 rezultă că viscozitatea medie a emulsiei este de circa 300 cP (în calcul, pentru siguranţă, se va admite o vîscozitate de 400 cP), considerîndu-se că temperatura emulsiei, la suprafaţă, este de circa 25°C. În această situaţie, în baza faptului că pe 100 m spaţiu inelar pierderea de presiune trebuie să fie de 35/17,5 = 2 at, din nomograma redată în figura 5 rezultă că prin spaţiul inelar se poate pompa un debit de circa 1 200 dm³/min.

Dacă n-ar fi existat nomograma din figura 5 debitul admisibil s-ar fi calculat cu ajutorul relaţiei (10), după cum urmează :

$$Q = 10^4 \frac{35 \cdot 11{,}33^4}{6{,}92.1750.400} = 1191 \text{ dm}^3/\text{min.}$$

Calculul va continua prin verificarea gradului de turbulenţă al curgerii cu ajutorul relaţiei (8) :

$$R_e = 2125{,}5 \frac{1191 \cdot 1}{11{,}33.400} = 743 < 2100$$

Întrucît domeniul de curgere este laminar, rezultatul obţinut cu ajutorul relaţiei (10) este valabil ($Q \approx 1200$ dm³/min.).

Avînd în vedere că, la suprafaţă, presiunea de pompare nu trebuie să depăşească 100 at, iar pe de altă parte la această presiune debitul efectiv al unui agregat de pompare de tipul celor de 400 at, echipat cu pistoane Ø 4 in, este de 600 dm³/min, rezultă că, pentru realizarea acestui debit prin spaţiul inelar, vor fi necesare 1 200/600 = 2 agregate.

Cît priveşte pomparea simultană prin ţevile de extracţie, din relaţia (9) rezultă că în spaţiul inelar se va realiza o viteză de curgere :

$$v = \frac{1200}{4{,}71 \cdot 11{,}33^2} = 1{,}97 \text{ m/s}$$

ceea ce înseamnă că, în baza relaţiei (13), prin ţevile de extracţie trebuie să se realizeze un debit corespunzător :

$$Q = 4{,}71 \cdot 1{,}97 \cdot 6{,}3^2 = 367 \text{ dm}^3/\text{min.}$$

În funcţie de acest debit, pe baza relaţiei (8).

$$R_e = 2\,125{,}5 \frac{367 \cdot 1}{6{,}3.400} = 310 < 2\,100$$

ceea ce corespunde unui regim de curgere laminar şi în consecinţă, pierderile de presiune prin frecare se vor calcula cu ajutorul relaţiei (14).

$$P_f = 0{,}51 \frac{64}{310} \frac{1730 \cdot 1{,}97^2 \cdot 1}{6{,}3} = 112 \text{ at.}$$

În continuare, cu ajutorul relaţiei (2c), se va calcula :

$$P_s = 238 + 112 + 4 - 175 = 179 \text{ at.}$$

Ca atare, sonda trebuie echipată cu un cap de injecţie (erupţie) cu o rezistenţă nominală corespunzătoare acestei presiuni.

Întrucît la presiunea de lucru de 179 at, debitul efectiv al unui agregat de pompare de 400 at, echipat cu pistoane Ø 4 in, este de circa 370 dm³/min, rezultă că pentru pomparea emulsiei acide prin ţevile de extracţie va fi necesar un număr de 367/370 ≈ 1 agregat de tipul amintit.

Recapitulînd rezultatele obţinute pînă în prezent, rezultă că, în ipoteza pompării simultane prin ţevile de extracţie şi prin spaţiul inelar al emulsiei acide se va realiza un debit de circa 370 dm³/min prin ţevile de extracţie şi respectiv 1 200 dm³/min prin spaţiul inelar, în total 1570 dm³/min, pentru care va fi necesar un număr de 1 agregat pentru pomparea prin ţevile de extracţie şi 2 agregate pentru pomparea prin spaţiul inelar, în total 3 agregate de pompare, realizîndu-se la suprafaţă presiuni maxime de lucru de circa 180 at la ţevile de extracţie, respectiv 100 at la coloana sondei, iar sonda trebuie echipată cu un cap de injecţie (erupţie) de 210 at, în perfectă stare de funcţionare.

Cunoscîndu-se debitul total de pompare, se poate trece, în continuare, la calculul lărgimii fisurii, considerîndu-se pentru aceasta că viscozitatea emulsiei este corespunzătoare temperaturii zăcămîntului (100 cP), că lungimea unei aripi a fisurii ipotetice va fi de max. 80% din R_c [10], iar modulul de elasticitate al rocii este de circa 7 000 kgf/mm².

Astfel :

$$W = 0{,}594 \left(\frac{1570 \cdot 100 \cdot 0{,}8 \cdot 300}{7000} \right)^{\frac{1}{4}} = 5{,}1 \text{ mm,}$$

iar dacă se admite că $h_f = 0{,}75\, h$ [10], conform relaţiei (17), volumul fisurii ipotetice va fi :

$$V_f = 2 \cdot 240 \cdot 7{,}5 \cdot 5{,}1 \cdot 10^{-3} = 18{,}4 \text{ m}^3$$

Volumul efectiv de emulsie ce poate fi pompată în formaţie va fi însă în funcţie de timpul de stabilitate al acesteia care, conform curbei

din figura 3, poate fi apreciat la 115 min. În consecinţă, conform relaţiei (19) :

$$V_1 = 102 \cdot 1730 + 3 \cdot 1730 + 20 \cdot 13{,}5 \approx 23000 \text{ dm}^3.$$

$$V_{em} = (115 \cdot 1570 - 23000)\, 10^{-3} = 157{,}5 \text{ m}^3.$$

b. *Ipoteza pompării numai prin ţevile de extracţie*

Dacă se presupune că, din unele motive, pomparea emulsiei acide nu poate fi realizată decît numai prin ţevile de extracţie, spaţiul inelar fiind etanşat cu packer, calculele pentru proiectarea unei astfel de operaţii vor decurge în modul următor :

Dacă $P_F = 238$ at, $P_h = 175$ at, $P_{pf} \approx 2$ at şi $P_s = 210$ at (sonda este echipată cu cap de erupţie/injecţie de 210 at), conform relaţiei (2b).

$$P_f = 210 + 175 - 238 - 2 = 145 \text{ at.}$$

Întrucît se apreciază că viscozitatea medie a emulsiei, în ţevile de extracţie, va fi de 400 cP, conform nomogramei din figura 7 rezultă că la o pierdere specifică de presiune de 145/17,3 = = 8,4 at/100 m se poate realiza un debit de circa 480 dm³/min.

În cazul în care sonda poate fi echipată cu un cap de injecţie/erupţie de 350 at, $P_s =$ = 350 at, iar :

$$P_f = 350 + 175 - 238 - 2 = 285 \text{ at.}$$

În această situaţie va rezulta o pierdere specifică de presiune de 285/17,3 = 16,5 at/100 m căreia, conform nomogramei din figura 7, îi corespunde un debit de circa 900 dm³/min.

Stabilirea, pe cale analitică, a debitului admisibil, se poate face, în lipsa nomogramelor, în modul următor.

Întrucît P_f este cunosct (145 at sau 285 at) se poate folosi relaţia (10) adaptată cazului curgerii prin ţevile de extracţie (D în locul lui D_e) Astfel, pentru cazul în care sonda va fi echipată cu un cap de injecţie/erupţie de 210 at.

$$Q = 10^4 \frac{145 \cdot 6{,}3^4}{6{,}92 \cdot 1730 \cdot 400} = 472 \text{ dm}^3/\text{min}$$

iar pentru cazul echipării sondei cu cap de injecţie/erupţie de 350 at.

$$Q = 10^4 \frac{285 \cdot 6{,}3^4}{6{,}92 \cdot 1730 \cdot 400} = 928 \text{ dm}^3/\text{min.}$$

Deoarece în ambele cazuri $R_e < 2\,100$, rezultatele de mai sus ale debitelor admisibile sînt valabile.

În cazul echipării sondei cu cap de injecţie/erupţie de 210 at. întrucît debitul efectiv al unui agregat de pompare de 400 at cu pistoane Ø 4 in este de circa 200 dm³/min, rezultă că pentru pomparea emulsiei acide de ţiţei va fi necesar un număr de 480/200 = 2,4 ≈ 3 agregate de tipul amintit. De asemenea, în acest caz, la debitul de 480 dm³/min se va realiza o fisură ipotetică cu o lărgime de :

$$W = 0{,}594 \left(\frac{480 \cdot 100 \cdot 240}{7000} \right)^{\frac{1}{4}} = 3{,}9 \text{ mm}$$

al cărei volum va fi :

$$V_f = 2 \cdot 240 \cdot 7{,}5 \cdot 3{,}9 \cdot 10^{-3} \approx 14 \text{ m}^3$$

Cît priveşte volumul admisibil de emulsie acidă ce poate fi preparată şi pompată în formaţie, deoarece :

$$V_l = 3 \cdot 1730 + 20 \cdot 13{,}5 \approx 5500 \text{ dm}^3$$

acesta va fi :

$$V_{em} = (115 \cdot 480 - 5500)\, 10^{-3} \approx 60 \text{ m}^3,$$

durata totală a pompării emulsiei acide şi a lichidului pompat după emulsie trebuind să nu depăşească 115 min.

În cazul echipării sondei cu cap de injecţie/erupţie de 350 at, în mod analog rezultă că va putea fi folosit un număr de 900/200 = 4,5 ≈ 5 agregate de pompare de 400 at, echipate cu pistoane Ø 4 in, iar fisura ipotetică va avea o lărgime :

$$W = 0{,}594 \left(\frac{900 \cdot 100 \cdot 240}{7000} \right)^{\frac{1}{4}} = 4{,}43 \text{ mm}$$

şi un volum :

$$V_f = 2 \cdot 240 \cdot 7{,}5 \cdot 4{,}43 \cdot 10^{-3} \approx 16 \text{ m}^3$$

Cît priveşte volumul admisibil de emulsie acidă, acesta va fi :

$$V_{em} = (115 \cdot 900 - 5500)^{10^{-3}} = 98 \text{ m}^3$$

durata totală a pompării emulsiei acide şi a lichidului ce trebuie pompat după emulsie trebuind, de asemenea, să nu depăşească 115 min.

În funcţie de posibilităţile tehnice şi de dotare, operatorul va alege variantele posibile de lucru şi va stabili cantitatea de emulsie ce o va prepara pentru operaţia respectivă, dar această cantitate nu trebuie să fie mai mică decît cantităţile minime (volumul fisurii ipotetice) şi nici mai mare decît cele maxime rezultate prin calcul.

Întrucît este posibil ca unii operatori să fie tentaţi să hotărască prepararea, la sondă, a unor cantităţi de emulsie apropiate de valoarea celor minime rezultate prin calcul, trebuie menţionat că, atunci cînd se apreciază că microfisurile existente în formaţie nu sînt blocate, îmbunătăţirea permeabilităţii efective a acesteia, respectiv creşterea debitului sondei după operaţie, va fi cu atît mai mare cu cît se vor folosi cantităţi mai mari de emulsie acidă, în limitele precizate.

IV. Tehnologia de preparare a emulsiilor acide de ţiţei şi recomandări privind executarea operaţiilor

La operaţiile în care se vor folosi emulsii acide de ţiţei există trei faze principale de lucru :

— faza în care se prepară soluţia de HCl la concentraţia necesară (de recomandat 15%);

— faza în care se prepară emulsia de acid în ţiţei ;

— faza de pompare a emulsiei acide în sondă, respectiv în formaţie.

a. La prepararea soluţiei de HCl se vor respecta aceleaşi reguli care se recomandă în cazul preparării soluţiilor acide pentru acidizări obişnuite.

În cazul operaţiilor cu emulsie acidă, cantităţile de soluţie de HCl pot fi destul de mari din care motiv, durata totală necesară preparării acestor soluţii poate fi uneori destul de mare. Ca atare, în astfel de cazuri, datorită duratei mari de preparare a soluţiilor şi a emulsiilor este posibil ca executarea celor trei faze de lucru în aceeaşi zi să creeze, în rîndul personalului de execuţie a operaţiei, o tendinţă de simplificare şi eventual de modificare nejustificată a programului de lucru.

În baza celor de mai sus, precum şi a faptului că prin folosirea inhibitorilor româneşti de tip ACOR inhibarea soluţiilor de HCl, la temperatura mediului ambiant, este foarte bună, se poate admite ca, în cazul tratamentelor cu emulsii acide, prepararea soluţiilor de HCl să se facă cu o zi înainte de ziua operaţiei propriu-zise, în care va rămîne de executat numai prepararea emulsiei şi pomparea acesteia în sondă.

b. Prepararea emulsiei acide se va face în vase (habe) separate. În aceste habe, care trebuie să fie curate şi etanşe, se va turna iniţial cantitatea necesară de ţiţei în care se va prepara emulsia. Întrucît cele mai bune emulsii sînt acelea în care proporţia de ţiţei reprezintă 30 % din volumul total al emulsiei, iar soluţia de HCl 70% din acest volum, cantitatea de ţiţei ce va trebui turnată în aceste habe va reprezenta 30% din volumul total de emulsie, repartizarea acestei cantităţi în fiecare habă urmînd să fie proporţională cu volumul lor.

După aceasta, în ţiţei se va turna proporţional cantitatea necesară de emulgator „Emulcor 101", respectiv 1% din volumul total al emulsiei, după care amestecul de ţiţei şi emulgator trebuie bine omogenizat.

Omogenizările trebuie făcute cu ajutorul agregatelor de pompare, iar ţiţeiul cu care se va prepara emulsia trebuie să fie curat şi, de preferinţă, netratat chimic.

După omogenizarea amestecului de ţiţei şi emulgator, cu un agregat de pompare (suplimentar faţă de cele care vor pompa emulsia în sondă), se va începe transvazarea soluţiei de HCl din habele în care aceasta a fost preparată în habele în care se va prepara emulsia. Concomitent cu această transvazare, agregatele de pompare care vor pompa emulsia în sondă şi care vor fi deci amplasate în jurul habelor pentru emulsie, vor agita (bate) puternic amestecul, pentru formarea emulsiei de acid în ţiţei.

Transvazarea soluţiei de HCl trebuie făcută cu debite moderate şi se recomandă să se insiste asupra acestui detaliu, deoarece operatorii au, în general, tendinţa de a transvaza cu debite mari, pentru a scurta astfel durata totală a operaţiei. În schimb, agitarea (baterea) emulsiei trebuie făcută cu debite mari şi de preferinţă folosindu-se „puşca".

Agitarea (baterea) emulsiei va continua cu circa 10 min şi după transvazarea completă a soluţiei de HCl, pentru a putea astfel îngloba în emulsie întreaga cantitate de soluţie de HCl, după care emulsia se consideră preparată şi poate fi pompată în sondă.

c. Pomparea în sondă şi respectiv în formaţie a emulsiei acide trebuie efectuată în conformitate cu rezultatele calculelor efectuate pentru proiectarea operaţiei. De asemenea, se menţionează că este necesar să se asigure o pompare uniformă şi continuă, orice perturbare a acestui proces putînd micşora penetraţia în formaţie a emulsiei acide. În acest sens, se recomandă o amenajare şi amplasare corespunzătoare a habelor şi a agregatelor de pompare, astfel încît la terminarea pompării emulsiei acide şi începerii pompării lichidului (de preferinţă ţiţei) pentru împingerea în formaţie a întregii cantităţi de emulsie în sondă să nu se producă, practic, nici o pauză.

După pomparea în formaţie a emulsiei acide, sonda se va închide şi se va efectua o pauză pentru ca soluţia de HCl să se elibereze complet din emulsie şi să poată reacţiona în întregime cu carbonaţii din rocă. Acest timp de pauză se consideră, de la caz la caz, în funcţie de ţiţeiul cu care este preparată emulsia şi de temperatura zăcămîntului. Estimarea timpului de pauză se va face prin interpretarea curbei redate în figura 3, respectiv prin interpretarea părţii descendente a acesteia (porţiunea $C-D$), la care se mai poate adăuga 1—2 ore. După aceasta

sonda trebuie drenată prin pistonare, atît pentru extragerea produşilor rezultaţi în urma reacţiilor chimice din formaţie, cît şi pentru precizarea comportări nivelului dinamic şi static din sondă şi a afluxului, cu scopul de a se stabili noi parametri ai extracţiei, foarte preţioşi în cazul pompajului.

Concluzii

● Domeniul de aplicare al emulsiilor acide de ţiţei sau produse petroliere şi HCl se referă, în general, la formaţii geologice constituite din roci slab fisurate natural şi totodată fisurabile, în care ţiţeiul este cantonat, în principal, în matrice, cele mai indicate dintre acestea fiind rocile carbonatice. Aplicabilitatea emulsiilor acide la formaţiile carbonatice cu un sistem de fisuri bine dezvoltat sau în care ţiţeiul este cantonat în principal în fisuri, se reduce numai la cazurile în care comunicaţia hidrodinamică dintre sondă şi sistemul major de fisuri din strat continuă să rămînă slabă şi după efectuarea în prealabil a unor acidizări obişnuite cu soluţii de HCl, pentru deblocarea formaţiei.

● Emulsiile de HCl în ţiţei au viscozităţi diferite şi durate de stabilitate diferite în condiţiile efective din strate şi în consecinţă viteze diferite de reacţie cu carbonaţii, în funcţie de tipul ţiţeiului cu care sînt preparate. În general, viteza de reacţie a emulsiilor acide este întîrziată de circa 30 ori faţă de aceea a soluţiilor obişnuite de HCl.

● Datorită caracteristicilor diferite ale emulsiilor acide de ţiţei, operaţiile de fisurare cu astfel de emulsii trebuie proiectate, iar sondele la care se vor efectua aceste operaţii trebuie bine analizate şi selectate.

● Pentru asigurarea unui succes maxim, operaţiile de fisurare cu emulsii acide de ţiţei trebuie bine pregătite la sondă, iar emulsiile trebuie preparate după o anumită tehnologie.

NOTAŢII

c — coeficient de siguranţă, în funcţie de vechimea sondei şi de alte caracteristici tehnice ale acesteia; în general $c = 0{,}8-0{,}9$;
d — diametrul unei perforaţii, cm;
D — diametrul interior al ţevilor de extracţie, cm;
D_e — diametrul echivalent al secţiunii de curgere din spaţiul inelar, cm;
E — modulul de elasticitate al rocii, kgf/mm²;
— pentru gresii cu duritate medie $E = 1400-2800$;
— pentru gresii cu duritate mai mare $E = 3500-5200$;
— pentru calcare şi dolomite, $E = 5600-9000$;
H — adîncimea sondei pînă la media perforaţiilor, m;
h — grosimea formaţiei, m;
h_f — înălţimea fisurii, m; conform [10], $h_f = 0{,}5 \cdot h - 0{,}75$ h.;
L — lungimea garniturii de ţevi de extracţie, m;
L_f — lungimea unei aripi a fisurii, m; $L_f = 0{,}8\ R_c$ [10];
n — numărul total al perforaţiilor;
P_F — presiunea de fisurare a formaţiei, at;
P_f — pierderea de presiune prin frecări, la pomparea fluidelor prin materialul tubular din sondă, at;
P_{gF} — gradientul de fisurare al formaţiei, at/m;
P_h — presiunea hidrostatică din sondă, at;
P_p — presiunea la care a fost probată coloana sondei, at;
P_{pf} — pierderea de presiune prin perforaţii, at;
P_s — presiunea de lucru de la suprafaţă, at;
Q — debitul de pompare, dm³/min.
R_c — raza medie a conturului de alimentare a sondei, m;
R_e — numărul lui Reynolds;
T — durata totală a pompării în formaţie a emulsiei acide, min;
T_{st} — durata de stabilitate a emulsiei, min;
v — viteza de curgere a fluidului pompat, m/s;
V_{em} — volumul emulsiei acide, dm³;
V_l — volumul lichidului ce trebuie pompat după emulsie, dm³;
V_f — volumul fisurii, m³;
W — lărgimea fisurii, mm;
α — coef. de corecţie; $\alpha = 0{,}8-0{,}85$;
γ — greutatea specifică a emulsiei acide, $\gamma \approx 1$ kg/dm³;
λ — coeficient de frecare;
μ — viscozitatea emulsiei, cP.

BIBLIOGRAFIE

[1] Athanasiadis, M.A. *Îmbunătăţirea metodelor de acidizare la sondele cu temperaturi pînă la 100°C, în scopul măririi eficienţei operaţiilor şi reducerii coroziunii* Tema 30 n/1974, arhiva ICPPG — Cîmpina.

[2] Cristian, M., Crăciun, D. şi Ioniţă, A. *Perfecţionarea metodelor existente şi elaborarea de metode noi privind mărirea productivităţii sondelor de mare adîncime.* Tema 1 Nb/1973, arhiva ICPPG — Cîmpina.

[3] Geerstma, J. şi de Klerk, F. *Rapid method of predicting width and extend of hydraulically induced fractures.* Journal of Petroleum Technology, December 1969.

[4] Giurgiu, Gh. *Proiectarea şi optimizarea operaţiilor de fisurare hidraulică.* Petrol şi Gaze, nr. 6, 1971 şi nr. 8, 1971.

[5] McGuire, W. J. şi Sikora, V. J. *The effect of vertical fractures on well productivity.* Petroleum Transaction, AIME, vol. 219, 1960.

[6] Howard, G. C. şi Fast, C. R. *Optimum fluid characteristics for fracture extension.* Drilling and Production Practice, API, 1957.

[7] Ioachim, Gr. *Extracţia petrolului şi gazelor* Ed. tehnică, Bucureşti, 1965.

[8] Kiel, O. M. *A new hydraulic fracturing process.* Journal of Petroleum Tehnology, ianuary, 1970.

[9] Perkins, T. K. şi Kern L. R. *Widths of hydraulic fractures.* Journal of Petroleum Technology, September 1961.

[10] Tinsley, J. M. ş.a. *Vertical fracture height — its effect on steady — state production increase.* Journal of Petroleum Technology, may 1969.

[11] * * * *Frac guide data book.* Dowell, Tulsa, Oklahoma 74114, Division of the Dow Chemical Company, 1965.

Ing. **Al. Biriescu**
Centrala sării şi nemetaliferelor Bucureşti

Propuneri privind un procedeu de calcul al abaterii (incertitudinii) cantităţii de rezerve şi util conţinut în zăcămintele de substanţe minerale solide

1. Este bine cunoscut faptul că la proiectarea unităţilor miniere se pune, în primul rînd, problema cunoaşterii cuantumului de rezerve, respectiv a celui de conţinut util exploatabil. În mod curent, în calculul de rezerve se operează cu valori medii ale parametrilor acestora, ceea ce conduce, evident, la obţinerea de cantităţi medii. În cele ce urmează se caută să se obţină valori ale abaterii de la cantităţile medii de rezerve şi componenţi utili în acestea, printr-un procedeu similar ca în unele ramuri ale matematicii aplicate. Considerăm folositoare cunoaşterea valorii incertitudinii, deoarece de aceasta va depinde, într-o oarecare măsură, parametrii de proiectare ai obiectivelor miniere.

Se apreciază necesară cunoaşterea abaterii (incertitudinii) de la valorile medii în toate fazele de cercetare a unui zăcămînt (prospectare, explorare, exploatare) şi de aceea tratarea problemei se face în următoarele două situaţii distincte :

— cînd este cunoscută suprafaţa purtătoare de rezerve ;

— suprafaţa purtătoare de rezerve nu este cunoscută.

2. În calculul cantităţii de rezerve şi util conţinut în acestea intră următorii parametri :

— suprafaţa purtătoare de rezerve pe înclinarea zăcămîntului S_i , m^2 ;

— suprafaţa orizontală S_0 sau verticală S_v, pe care se face proiecţia suprafeţei purtătoare de rezerve, m^2 ;

— grosimea zăcămîntului pe normală, g_n; m ;

— grosimea zăcămîntului pe verticală g_v, respectiv pe orizontală, g_0, m ;

— înclinarea zăcămîntului α, grade centesimale, grade sexagesimale ;

— greutatea specifică a zăcămîntului γ, t/m^3, kg/dm^3, g/cm^3 ;

— conţinutul în componenţi utili, c %, g/t, etc.

2.1. O parte din parametrii amintiţi prezintă valori diferite, atît din cauze obiective, cît şi subiective (alura zăcămîntului, valori diferite ale unor parametri în zăcămînt, α, g_v, g_n, erori de analiză a componenţilor utili, c şi greutate specifică γ). Nu acelaşi lucru se poate spune despre parametrul S_0, parametru care poate fi măsurat în teren şi pe documentele grafice, cu suficientă precizie.

În concluzie, în afară de parametrul S_0, toţi ceilalţi prezintă valori variabile şi, ca atare, se supun operaţiei matematice de diferenţiere.

Pentru o uşoară reţinere a problemei, se vor da exemple de calcul cu ajutorul valorilor parametrilor din tabelul 1.

3. Calculul cantităţii de rezerve şi util conţinut în acestea, precum şi al abaterii (incertitudinii) faţă de valorile medii.

3.1. Suprafaţa purtătoare de rezerve este cunoscută.

3.1.1. Cunoscută suprafaţa purtătoare de rezerve pe înclinare. În acest caz cercetarea zăcămîntului se face prin lucrări miniere.

3.1.1.1. În zăcămînt sînt măsuraţi direct parametrii α şi g_n, iar S_i prin intermediul S_0 şi α.

Este bine cunoscut că :

$$S_i = \frac{S_0}{\cos \alpha}, \ m^2 \qquad (1)$$

Cantitatea medie de rezerve de substanţe minerale utile se calculează cu relaţia :

$$R = S_i \cdot g_n \cdot \gamma, \ t \qquad (2)$$

Ţinînd seama de relaţia (1), cantitatea medie de rezerve se poate scrie şi astfel :

$$R = \frac{S_0}{\cos \alpha} g_n \cdot \gamma, \ t \qquad (3)$$

Suprafaţa pe înclinare S_i nu poate fi determinată cu precizie, deoarece nu este cunoscută valoarea reală a suprafeţei orizontale S_{0i} la care se referă unghiul α_i măsurat în teren.

3.1.1.2. Prin urmare, parametrii variabili care vor intra în calcule sînt : g_n, γ şi α. Diferenţiind relaţia (3) şi notînd abaterea (incertitudinea) cu l, se obţine abaterea cantităţii de rezerve :

$$l_R = S_0 \frac{(lg_n \cdot \gamma + l_\gamma \cdot g_n) \cos \alpha + \sin \alpha \cdot l\alpha \cdot g_n \cdot \gamma}{\cos^2 \alpha} \qquad (4)$$

Aplicînd un artificiu de calcul la termenii din paranteză şi făcînd omogen pe cel de-al doilea cu primul termen al relaţiei (4), se primeşte :

$$l_R = \frac{S_0}{\cos \alpha} g_n \cdot \gamma \left(\frac{lg_n}{g_n} + \frac{l\gamma}{\gamma} + \frac{l\alpha}{\rho} \operatorname{tg} \alpha \right) =$$

$$= R \left(\frac{lg_n}{g_n} + \frac{l_\gamma}{\gamma} + \frac{l\alpha}{\rho} \operatorname{tg} \alpha \right), \ t \qquad (5)$$

Tabelul 1

Număr de măsurători efectuate parametrilor zăcămîntului, n	Înclinarea zăcămîntului α_i, grade centesimale	α_i^2	Grosimea zăcămîntului pe normală, g_{ni}, m	g_{ni}^2	Grosimea zăcămîntului pe verticală g_{vi}, m	g_{vi}^2	Greutatea specifică γ_i t/m³	γ_i^2	Conținutul în componenți utili, c_i, %	c_i^2	Suprafața orizontală purtătoare de rezerve S_o m²
1	30	900	3,0	9,00	3,367	11,34	2,6	6,76	3,4	11,56	
2	35	1225	4,0	16,00	4,691	22,01	2,8	7,84	3,8	14,44	
3	28	784	4,5	20,25	4,973	24,73	2,3	5,29	3,2	10,24	
4	26	676	3,5	12,25	3,814	14,55	2,8	7,84	4,1	16,81	
5	32	1024	3,2	10,24	3,652	13,34	2,8	7,84	4,0	16,00	10 000
6	36	1296	4,8	23,04	5,685	32,32	2,5	6,25	4,0	16,00	
7	28	784	5,1	26,01	5,636	31,76	2,4	5,76	3,5	12,25	
8	26	676	3,6	12,96	3,923	15,39	2,4	5,76	3,1	9,61	
9	35	1225	4,1	16,81	4,809	23,13	2,4	5,76	3,3	10,89	
10	26	676	3,2	10,24	3,487	12,16	2,8	7,84	3,2	10,24	
	Media α $30^G \cdot 20^C.00^{CC}$	$\Sigma\alpha_i^2 = 9266$	Media g_n 3,9	$\Sigma g_{ni}^2 = 156,80$	Media g_v 4,4037	$\Sigma g_{vi}^2 = 200,73$	Media γ 2,58	$\Sigma\gamma_i^2 = 66,94$	Media c 3,56	$\Sigma c_i^2 = 128,04$	

Termenii lg_n, l_γ, $l\alpha$ poartă amîndouă semnele algebrice, după cum se va vedea mai jos, și de aceea se aplică regula de propagare a erorilor, obținîndu-se:

$$l_R = \pm R \sqrt{\left(\frac{lg_n}{gn}\right)^2 + \left(\frac{l\gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{l\alpha}{\rho}\ \mathrm{tg}\ \alpha\right)^2},\ \mathrm{t} \quad (6)$$

unde: $\rho = 636620^{cc}$ (sistem centesimal), $\rho = 206265''$ (sistem sexagesimal).

3.1.1.3. Divizînd relația (6) cu R și multiplicînd cu 100, se obține abaterea procentuală:

$$P_R = \frac{lR}{R}\ 100 = \pm$$

$$\pm 100 \sqrt{\left(\frac{lg_n}{g_n}\right)^2 + \left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{l\alpha}{\rho}\ \mathrm{tg}\ \alpha\right)^2},\ \% \quad (7)$$

în care: lg_n = abaterea medie pătratică a mediei g_n:

$$lg_n = \pm \sqrt{\frac{\Sigma\, g_{ni}{}^2 - n \cdot g_n{}^2}{n\,(n-1)}},\ \mathrm{m}$$

l_γ = abaterea medie pătratică a mediei γ:

$$l_\gamma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma\,\gamma_i^2 - n\cdot\gamma^2}{n\,(n-1)}},\ \mathrm{t/m^3}$$

l_α = abaterea medie pătratică a mediei α:

$l_\alpha = \pm \sqrt{\dfrac{\Sigma\,\alpha_i^2 - n\cdot\alpha^2}{n\,(n-1)}}$ grade (centesimale sau sexagesimale)

n = numărul de valori măsurate ale parametrilor g_n, γ, α, g_v, c.

Cunoscîndu-se abaterea (incertitudinea) l_R, cantitatea de rezerve se va scrie $R = \dfrac{S_0}{\cos\alpha}\ g_n \cdot \gamma \pm l_R$, t (8)

3.1.1.4. Cantitatea medie a utilului conținut în rezervele de substanțe minerale se calculează cu relația:

$$U = R\,\frac{c}{100}\ \mathrm{t}, \quad (9)$$

în cazul cînd c se exprimă în %

În relația (9) ambii termeni din partea a doua sînt variabili și ca atare aceasta se supune aceleiași operații de diferențiere ca mai sus, primindu-se abaterea cantității de util:

$$l_U = \pm \frac{1}{100}(l_R \cdot c + l_c \cdot R) \quad (10)$$

În relația (10) se aplică, de asemenea, artificiul de calcul ca și la relația (4) și se obține:

$$l_U = \pm \frac{1}{100}\left(\frac{l_R}{R}\ R\cdot c + R\,\frac{l_c}{c}\ c\right) = \pm$$

$$\pm \frac{R_c}{100}\left(\frac{l_R}{R}+\frac{l_c}{c}\right)=\pm U\left(\frac{l_R}{R}+\frac{l_c}{c}\right) \quad (11)$$

Înlocuind în relaţia (11) pe l_R cu valoarea din relaţia (5) şi aplicînd regula de propagare a erorilor, se primeşte abaterea (incertitudinea) cantităţii în util conţinut în rezervele calculate :

$$l_U=\pm U\sqrt{\left(\frac{lg_n}{g_n}\right)^2+\left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2+\left(\frac{l\alpha}{\rho}\operatorname{tg}\alpha\right)^2+\left(\frac{l_c}{c}\right)^2}, \text{ t} \quad (12)$$

Prin urmare, cantitatea de util conţinută în rezervele calculate este :

$$U=R\frac{c}{100}\pm l_U, \text{ t} \quad (13)$$

3.1.1.5. În mod similar se obţine abaterea procentuală :

$$P_U=\pm\frac{l_U}{U}100=\pm$$

$$\pm 100\sqrt{\left(\frac{l_{gn}}{g_n}\right)^2+\left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2+\left(\frac{l\alpha}{\rho}\operatorname{tg}\alpha\right)^2+\left(\frac{l_c}{c}\right)^2}, \% \quad (14)$$

E x e m p l u d e c a l c u l

Din tabelul 1 se extrag valorile necesare calculului parametrilor :

$$R=\frac{10\,000}{\cos\cdot 30^G\cdot 20^c\cdot 00^{cc}}\,3{,}9\times 2{,}58=11241{,}3\times$$

$$\times\, 3{,}9\times 2{,}58=113\,110{,}1 \text{ t}$$

Abaterile medii pătratice lg_n, l_γ, $l\alpha$, l_c se obţin, de asemenea, din datele cuprinse în tabelul 1 :

$$lg_n=\pm\sqrt{\frac{156{,}80-10\times 3{,}9^2}{10\times 9}}\approx\pm 0{,}2285 \text{ m}$$

$$l_\gamma=\pm\sqrt{\frac{66{,}94-10\times 2{,}58^2}{10\times 9}}\approx\pm 0{,}0646 \text{ t/m}^3$$

$$l\alpha=\pm\sqrt{\frac{9266-10\times 30\cdot 20\cdot 00^2}{10\times 9}}\approx\pm$$

$$\pm\, 1^G\cdot 28^c\cdot 00^{cc}=\pm\, 12\,800^{cc}$$

$$l_c=\pm\sqrt{\frac{128{,}04-10\times 3{,}56^2}{10\times 9}}\approx\pm 0{,}12037\ \%$$

Abaterea (incertitudinea) cantităţii de rezerve :

$$l_R=\pm 113110{,}1\sqrt{\left(\frac{0{,}2285}{3{,}9}\right)^2+\left(\frac{0{,}0646}{2{,}58}\right)^2+\left(\frac{12\,800}{636\,620}0{,}513489\right)^2}=\pm 113110{,}1\times 0{,}06455\approx\pm 7301{,}3 \text{ t}$$

Cantitatea de rezerve este deci :

$$R=113110{,}1\pm 7301{,}3 \text{ t}$$

Abaterea procentuală a cantităţii de rezerve :

$$P_R=\pm 100\frac{7301{,}3}{113\,110{,}1}\approx\pm 100\times 0{,}06455\approx$$

$$\approx\pm 6{,}46\ \%$$

Cantitatea medie de util conţinut în rezerve :

$$U=113\,110{,}1\frac{3{,}56}{100}=4026{,}72 \text{ t}$$

Abaterea (incertitudinea) cantităţii de util conţinut în rezerve :

$$l_U=\pm 4026{,}72\cdot$$

$$\cdot\sqrt{0{,}05897^2+0{,}0250388^2+0{,}0103248^2+0{,}0338^2}=$$

$$\pm 4026{,}72\times 0{,}073\approx\pm 294 \text{ t}$$

Cantitatea de util conţinută în rezervele calculate este :

$$U=4026{,}72\pm 294 \text{ t}$$

Abaterea procentuală a cantităţii de util conţinută în rezervele calculate este :

$$P_U=\pm\frac{294}{4026{,}72}100=\pm 100\times 0{,}0730=\pm 7{,}30\%$$

3.1.2. Cunoscută suprafaţa de proiecţie (S_0 sau S_v).

În acest caz cercetarea zăcămîntului se face prin foraje verticale.

3.1.2.1. Cînd prospectarea indică existenţa unui zăcămînt în adîncime, este evident că explorarea acestuia este mai rentabil a se efectua prin foraje verticale.

Este cunoscut că grosimea zăcămîntului pe verticală se obţine cu relaţia :

$$\frac{g_n}{\cos\alpha}=g_v \quad (15)$$

Ţinînd seama de relaţiile (3) şi (15) se obţine cantitatea medie de rezerve :

$$R=S_0\cdot g_v\cdot\gamma, \text{ t} \quad (16)$$

Din relaţia (16) se vede că în acest procedeu de lucru, parametrii măsurabili în zăcămînt sînt numai g_v şi γ. Parametrul α din tabelul 1 are importanţa sa numai prin faptul că a fost folosit la calculul grosimii pe verticală g_v şi aceasta s-a făcut din lipsă de alte date certe

din teren. Nepotrivirile de valori care se vor obține față de cele de la capitolul anterior se datoresc faptului că g_v mediu, obținut în tabelul 1, diferă de cel dat de relația (15) (4,4037 m din tab. 1, și 4,384 m din relația 15).

3.1.2.2. Cunoscînd că parametrii g_v și γ sînt variabili, relația (16) se supune operației de diferențiere obținîndu-se în mod similar ca și la capitolul 3.1.1., abaterea cantității de rezerve :

$$l_R = \pm R \sqrt{\left(\frac{lg_v}{g_v}\right)^2 + \left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2}, \text{ t} \qquad (17)$$

3.1.2.3. Aplicînd aceeași operație ca mai sus, se obține abaterea procentuală :

$$P_R = \pm \frac{l_R}{R} 100 \approx \pm$$

$$\pm 100 \sqrt{\left(\frac{lg_v}{g_v}\right)^2 + \left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2}, \% \qquad (18)$$

3.1.2.4. Cantitatea medie a componenților utili în rezervele de substanțe minerale utile se calculează cu relația (9), în care cantitatea de rezerve R se obține cu relația (16).

Abaterea (incertitudinea) cantității în componenți utili se calculează cu relația de mai jos, care a fost dedusă în mod similar ca și relația (12) :

$$l_U = \pm U \sqrt{\left(\frac{lg_v}{g}\right)^2 + \left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{l_e}{e}\right)^2}, t_v \qquad (19)$$

3.1.2.5. Abaterea procentuală a cantității de componenți utili în rezerve se află cu relația ce urmează, obținută în mod similar ca și la cea de la capitolul anterior :

$$P_U = \pm \frac{l_U}{U} 100 = \pm$$

$$\pm 100 \sqrt{\left(\frac{lg_v}{g_v}\right)^2 + \left(\frac{l_\gamma}{\gamma}\right)^2 + \left(\frac{l_c}{c}\right)^2}, \% \qquad (20)$$

E x e m p l u d e c a l c u l. Din tabelul 1 se extrag valorile necesare pentru calculul cantității medii de rezerve :

$$R = 10000 \times 4{,}4037 \times 2{,}58 = 113615{,}5 \text{ t}$$

$$l_{gv} = \pm \sqrt{\frac{200{,}73 - 10 \times 4{,}4037^2}{10 \times 9}} \approx \pm 0{,}275 \text{ m}$$

Abaterea cantității de rezerve :

$$l_R = \pm 113615{,}5 \sqrt{\left(\frac{0{,}275}{4{,}4037}\right)^2 + \left(\frac{0{,}0646}{2{,}58}\right)^2} =$$

$$= \pm 113615{,}5 \times 0{,}06727 \approx \pm 7642{,}9 \text{ t}$$

Deci cantitatea de rezerve este :

$$R = 113615{,}5 \pm 7642{,}9 \text{ t}$$

Abaterea procentuală a cantității de rezerve :

$$P_R = \pm \frac{7642{,}9}{113615{,}5} 100 = \pm$$

$$\pm 100 \sqrt{\left(\frac{0{,}275}{4{,}4037}\right)^2 + \left(\frac{0{,}0646}{2{,}58}\right)^2} = \pm 100 \times$$

$$\times 0{,}0673 = \pm 6{,}73 \%$$

Cantitatea medie de componenți utili în rezerve :

$$U = 113615{,}5 \times \frac{3{,}56}{100} = 4044{,}7 \text{ t}$$

Abaterea cantității de util :

$$l_U = \pm 4044{,}7 \sqrt{\left(\frac{0{,}275}{4{,}4037}\right)^2 + \left(\frac{0{,}0646}{2{,}58}\right)^2 + \left(\frac{0{,}12037}{3{,}56}\right)^2} =$$

$$= \pm 304{,}6 \text{ t}$$

Abaterea procentuală a cantității de util în rezerva R are valoarea :

$$P_U = \pm \frac{304{,}6}{4044{,}7} 100 = \pm 100 \sqrt{0{,}00566939} = \pm$$

$$\pm 100 \times 0{,}0753 \approx \pm 7{,}53 \%$$

Pentru ca grosimea pe verticală a zăcămîntului g_v să poată fi obținută cu valoarea reală. se va ține seama de devierea forajelor executate,

3.1.2.2. Cercetarea zăcămîntului prin foraje înclinate.

Există situații cînd zăcămîntul de cercetat are o înclinare care depășește cu mult $50^G(45°)$, iar configurația terenului permite ca explorarea să se efectueze prin foraje înclinate sau chiar orizontale. Devine evident că în astfel de situații săparea forajelor nu se face pe verticală, din motive tehnico-economice și considerente geologice (devierea forajelor pe înclinarea zăcămîntului, respectiv pe a rocilor acoperitoare, distanță mare pînă în zăcămînt, suprafață restrînsă pe care trebuie executată săparea și care nu întotdeauna poate fi accesibilă etc.). În acest complex de împrejurări suprafața înclinată (respectiv foarte înclinată) purtătoare de rezerve nu se mai proiectează pe o suprafață orizontală S_0 ci pe o suprafață în poziție verticală S_v și cu o direcție paralelă cu direcția generală a zăcămîntului. Singura greutate de lucru în calcule îl constituie faptul că pentru găsirea valorii reale a grosimii zăcămîntului pe orizontală g_0 trebuie să se țină seama de o serie de elemente de poziționare : coordonatele de la gura forajului și de interceptare a zăcămîntului direcția și înclinarea forajului față de planul de proiecție S_v. În rest, determinările de cantități de rezerve și componenți utili, precum și abaterile de la valorile medii ale acestora, se fac ca și în capitolul anterior.

3.2. Suprafața purtătoare de rezerve necunoscută

Se ivesc cazuri cînd prin însăși natura explorării zăcămîntului și situația topografică din zonă (un singur orizont cu puncte izolate de probare plasate aproximativ pe o dreaptă; foraje izolate situate aproximativ pe aceeași izobată; zonă de lucru în care nu există planuri pe care să se raporteze lucrările de explorare efectuate etc.) să nu fie posibilă determinarea suprafeței purtătoare de rezerve în faza de cercetare respectivă și ca atare nici cea a cantităților de rezerve și util conținut în acestea.

Cu tot dezavantajul amintit, există totuși posibilitatea de a se determina abaterea (incertitudinea) procentuală a cantității de rezerve și util conținut în acestea, cînd sînt cunoscuți parametrii: g_n sau g_v (resp. g_0) γ, c, α.

Pentru aceasta este suficient a se aplica partea a doua a relațiilor (7,14) respectiv (18, 20) în care intră parametrii amintiți și respectiv abaterile medii pătratice ale mediilor acestora.

date de curba exponențială din figura 1. Este posibil ca la parametrii măsurați în laborator (γ, c) să se mărească uneori numărul n, conducînd astfel la micșorarea valorii abaterilor.

Cînd parametrul γ este măsurat o singură dată și se consideră constant pe toată suprafața purtătoare de rezerve, este posibil să se comită o greșeală, întrucît adeseori la unele substanțe minerale utile, greutatea specifică este strîns legată de conținutul în util.

Pentru zăcămintele care se prezintă sub alte forme decît cea stratiformă și filoniană, devine evident că relațiile (1, 2, 3, 15, 16) nu se aplică în întregime. În privința valorilor abaterii (incertitudinii), acestea se obțin cu relațiile indicate mai sus, cu singura deosebire că factorii $\frac{l_{gn}}{g_n}$, $\frac{l_{gv}}{g_v}$, $\frac{l_\alpha}{\rho}$ tg α vor intra în calcule numai în măsura în care grosimea și înclinarea zăcămîntului au contribuit direct la determinarea cantității de rezerve.

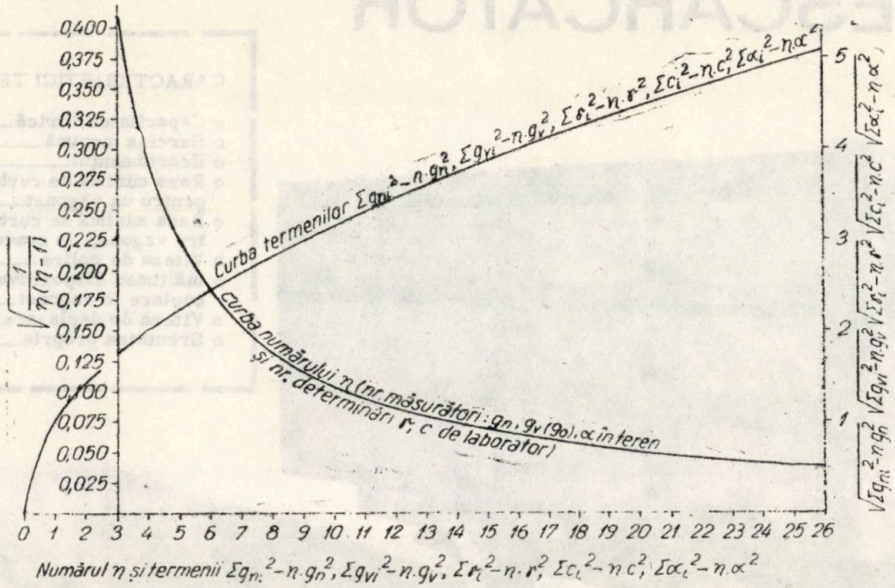


Fig. 1. Curba variației termenilor relațiilor cu care se determină abaterile medii pătratice ale mediilor parametrilor unui zăcămînt

– Calculul grafic al abaterii medii pătratice a mediilor parametrilor unui zăcămînt.
Exemplu de lucru:

– În tabelul 1 se citește valoarea $\sum \sigma_{n_i}^2 = 156{,}8$, iar $n \cdot \sigma_n^2 = 10 \times 3{,}9^2 = 152{,}1$

– Diferența $\sum \sigma_{n_i} - n\,\sigma_n^2 = 156{,}8 - 152{,}1 = 4{,}7$ se raportează în punctul A pe curba $\sum \sigma_{n_i}^2 - n\,\sigma_n^2$

– În ordonata $\sqrt{\sum \sigma_{n_i}^2 - n\,\sigma_n^2}$ în punctul A se citește valoarea 2,17

– Cunoscînd că $n = 10$, pe curba respectivă din punctul B se duce perpendiculară în B' pe ordonata $\sqrt{\frac{1}{n(n-1)}}$ unde se citește valoarea 0,105

– Prin urmare, abaterea:
$l_{gn} = \pm 2{,}17 \times 0{,}105 = \pm 0{,}228$ m
Analitic s-a obținut $\approx \pm 0{,}229$ m)

4. Observații

Cînd numărul de măsurători ale parametrilor zăcămîntului în teren sau laborator n crește, valorile abaterilor (incertitudinilor) cantităților de rezerve și util conținut în acestea, respectiv abaterile procentuale, vor scădea într-o oarecare măsură, proporțional cu valorile

Concluzii

Cu ajutorul relațiilor deduse, este posibil calculul abaterii (incertitudinii) exprimat, atît în cantități, cît și în proporții, contribuind prin aceasta la o suficientă cunoaștere a potențialului unui zăcămînt.

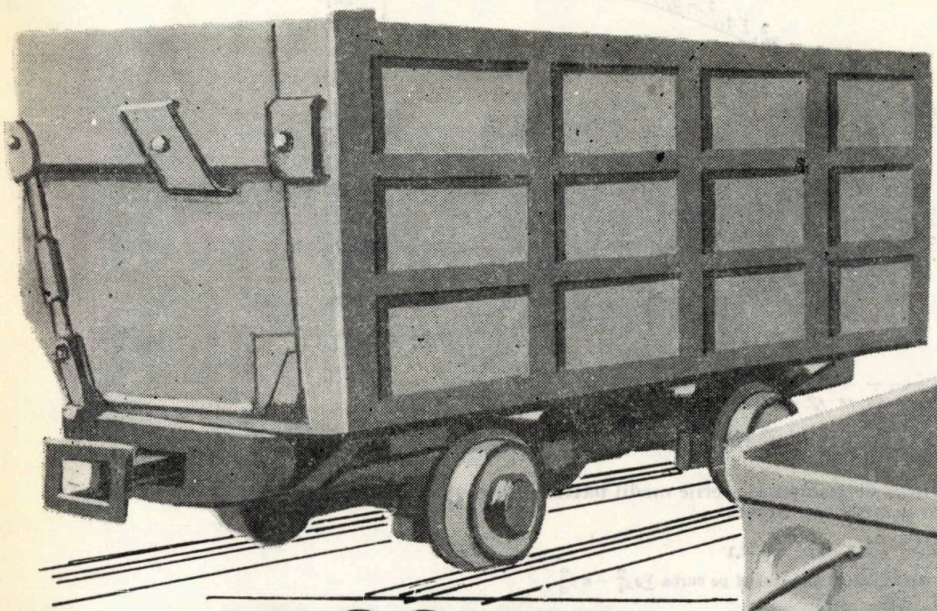
MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

CENTRALA MINEREURILOR DEVA

UZINA DE UTILAJ MINIER ŞI REPARAŢII CRIŞCIOR

Com. Crişcior
Jud. Hunedoara
Str. Uzinei nr. 1
Telefon 285

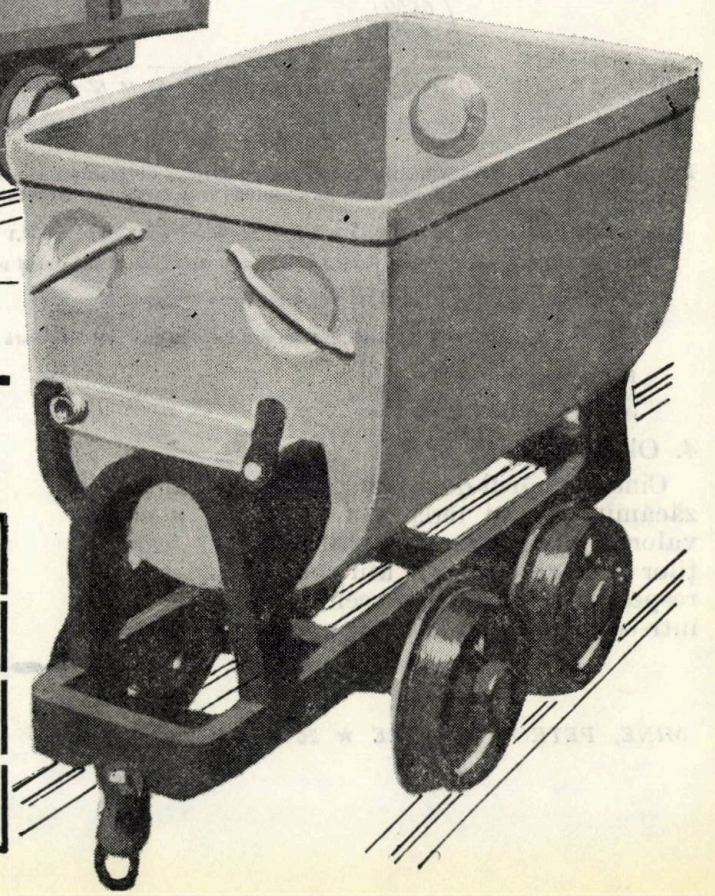
VAGONET AUTODESCĂRCĂTOR VA-B



CARACTERISTICI TEHNICE

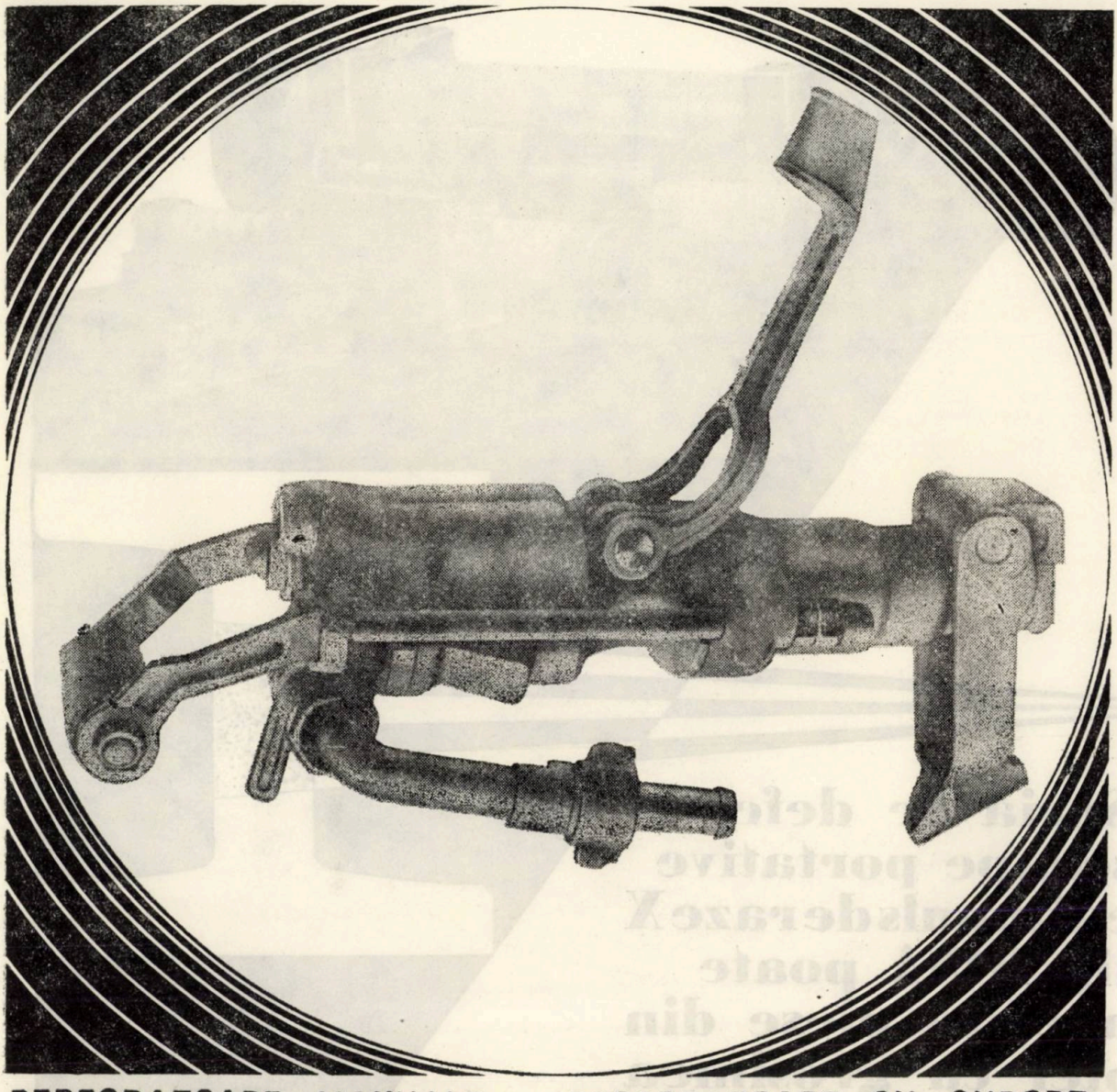
- Capacitatea litrică — 3 000 l
- Sarcina maximă — 8 500 kgf
- Ecartamentul — 750 mm
- Raza minimă de curbă pentru un vagonet — 15 m
- Raza minimă de curbă pentru vagoneţi în convoi — 20 m
- Viteza de golire — 1,5 m/s
- Înălţimea dispozitivului de cuplare la vagonet — 350 mm
- Viteza de deplasare — 15 km/h
- Greutatea proprie — 2 360 kg

VAGONET BASCULANT 0,6 m^3



CARACTERISTICI TEHNICE

- Capacitatea litrică — 500 şi 600 l
- Ecartamentul — 500-760 mm
- Lăţimea cutiei — 744 mm
- Lungimea cutiei - C — 1 050 mm pentru 500 l şi 1 250 mm pentru 600 l
- Lungimea totală între feţele tamponului - B — 1 500 mm pentru 500 l şi 1 700 mm pentru 600 l
- Înălţimea totală de la coroana şinei — 1 155 mm
- Diametrul roţilor la cercul de rulare — ø 350 mm
- Înălţimea bolţului dispozitivului de cuplare de la coroana şinei — 230 mm
- Distanţa între osii — 450 mm
- Greutatea maximă — circa 410 kg



PERFORATOARE MANUALE STANDARD

- pentru perforarea găurilor în roci de orice duritate din fronturile lucrărilor subterane orizontale, înclinate sau verticale, a abatajelor de minereuri, exploatarea carierelor de piatră și construcția de drumuri;
- acționate cu instalații pneumatice sau alte sisteme;
- dotate cu amortizoare contra vibrațiilor și antifon;
- modele exportate: PR-201, PR-251, PR-30;
- 80% din piesele celor trei modele sînt standardizate.

PERFORATOARE CU SUPORT TELESCOPIC

- pentru perforarea găurilor în lucrări subterane orizontale, înclinate și verticale, ca și pentru abataje;
- avansare automată a perforatorului în front ceea ce mărește viteza de perforare;
- modele exportate: PT-29 m, PT-36 m, PT-45 Kt.

Pentru orice informații adresați-vă la

PUBLICOM

V/O MACHINOEXPORT

147-15-42 SSSR MOSKVA 117330 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT 7207

Seria de defectoscoape portative cu impuls de raze X tip RINA poate analiza piese din oţel cu grosimea de 80 mm

— servesc pentru radiodefectoscopia pieselor şi mecanismelor în mişcare greu accesibile

— asigură o imagine de calitate într-un interval de timp relativ scurt.

Defectoscoapele RINA nu au rival în laboratoare, construcţia de turnuri de televiziune, conducte cu diametru mare şi cabluri îngropate.

Techsnabexport

Exportator: V/O TECHSNABEXPORT
Moscova, URSS Telex: 7628

PUBLICOM

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA SĂRII ŞI NEMETALIFERELOR-BUCUREŞTI

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU SUBSTANŢE NEMETALIFERE

Str. T. Vladimirescu
nr. 15 - 17
CLUJ - NAPOCA
Telefon 11559
Cont BNRSR
30.12.8.02.01

I.C.P.M.S.N. CLUJ-NAPOCA

Elaborează
prin activităţile sale de cercetare şi proiectare tehnologică:

- Studii şi cercetări geologice şi chimico - mineralogice
- Studii şi cercetări pentru metode de exploatare în subteran şi la suprafaţă
- Studii şi cercetări geotehnice şi de mecanica rocilor, ridicări topografice
- Studii, cercetări şi experimentări de mecanizare şi automatizare a proceselor de exploatare şi preparare a substanţelor nemetalifere
- Studii şi cercetări de preparare uscată şi umedă a substanţelor nemetalifere şi roci utile în fazele: laborator, pilot, semiindustrial şi industrial
- Experimentări de fluxuri de preparare şi microproducţii de noi sortimente de substanţe nemetalifere cu calităţi superioare
- Proiecte de cercetare geologică
- Proiecte de execuţie
- Proiecte tehnologice specifice substanţelor nemetalifere
- Studii tehnico-economice pentru exploatarea, prepararea şi valorificarea substanţelor nemetalifere

Execută
în laboratoare dotate cu aparatură modernă:

- Analize chimice complete
- Analize şi determinări fizice/granulometrice, rezistenţe mecanice, permeabilităţi, părţi levigabile, indice pirometric, plasticitate, grad de alb ş.a.
- Analize termodiferenţiale şi termogravimetrice
- Analize spectrale şi difractometrice

Avînd personal cu înaltă calificare şi aparatură modernă I.C.P.M.S.N. Cluj – Napoca execută lucrări de calitate

GEOMIN

Accepting various forms of joint ventures, GEOMIN is able to assist in any stage of a mining project, from the initial prospecting to production and sales

- **Geological research**
- **Laboratory and pilot tests**
- **Feasibility studies**
- **Engineering and construction**
- **Procurement**
- **Training of personnel**

MANAGEMENT
PRODUCTION

GEOMIN

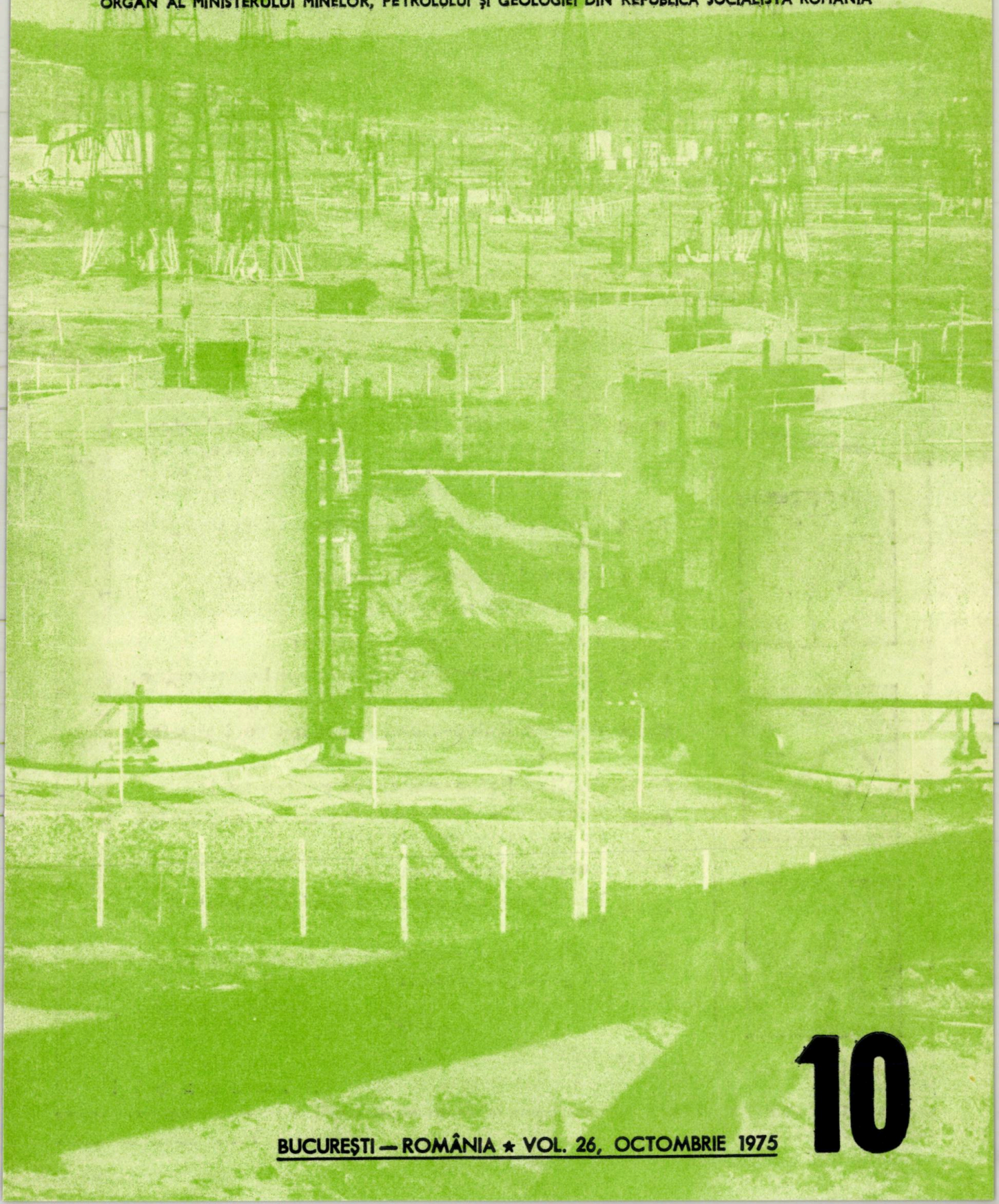
COMPANY FOR MINING AND GEOLOGICAL CO-OPERATION

Calea Victoriei 109
București, ROMANIA
Tel. 14.55.01, telex 011242

1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



10

BUCUREŞTI — ROMÂNIA ★ VOL. 26, OCTOMBRIE 1975

Ministerul Minelor, Petrolului şi Geologiei

ÎNTREPRINDEREA GEOLOGICĂ DE PROSPECŢIUNI PENTRU SUBSTANŢE MINERALE SOLIDE

DOTATĂ CU ECHIPAMENT MODERN ŞI PERSONAL DE ÎNALTĂ CALIFICARE, ÎN SCOPUL PUNERII ÎN EVIDENŢĂ DE NOI RESURSE DE SUBSTANŢE MINERALE SOLIDE, EFECTUEAZĂ:

- Prospecţiuni, studii şi sinteze geologice, geochimice, geologice tehnice, hidrogeologice şi geofizice (electrometrice, gravimetrice, magnetometrice şi radiometrice);
- Studii, lucrări hidrogeotehnice şi topografice;
- Lucrări miniere uşoare şi foraje;
- Lucrări de topografie;
- Descifrări fotogrammetrice;
- Analize mineralogice, macropaleontologice, micropaleontologice şi palinologice;
- Analize fizico-chimice pentru roci şi minereuri;
- Analize fizico-mecanice pentru roci;
- Microraionări seismice pentru amplasări de obiective industriale;
- Lucrări de cartografie;
- Preparări mecanice pe probe de roci şi minereuri;
- Elaborări şi revizuiri de standarde cu profil geologic tehnic.

Str. Caransebeş 1
Telefon; 65.70.40
Sector 8
BUCUREŞTI

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 10 1975

CUPRINS

Ogîrlaci, V. **Un amplu program de dezvoltare a industriei carbonifere din ţara noastră** 469

Paraschiv, D. şi Bucur, I. **Zona petroliferă de la vest de Bucureşti** 471

Chişcan, V. **Detecţia directă a acumulărilor de hidrocarburi şi a capcanelor litostratigrafice prin metoda seismică** 476

Florea Carmen. **Perfecţionarea transportului cu vagonete în subteran** 484

Botez, C. **Radiogeodezia şi aplicaţiile ei în prospecţiunile platformelor continentale marine** 490

Szöcs Ecaterina şi Szöcs, Şt. **Determinarea fotocolorimetrică a fosforului din concentrate şi minereuri de fier** 495

Constantinescu, D. şi Spătaru, E. **Procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri** 499

Irimieş, I., Szekely, L. şi Florea, P. **Suporturi granulare pentru pesticide din substanţe nemetalifere româneşti** 503

Milcoveanu, D. **Unităţile de măsură ale mărimilor spectrale utilizate în explorările gravimetrice, magnetice şi aeromagnetice** 508

* * * **Noi utilaje asimilate în R.S.R. pentru industria extractivă** 510

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

O g î r l a c i, V. *Un amplu program de dezvoltare a industriei carbonifere din ţara noastră*

Mine, Petrol şi Gaze vol. 23, nr. 10/1975

C.Z. 622.013.3

P a r a s c h i v, D. şi B u c u r I. *Zona petroliferă de la vest de Bucureşti*

La vest de oraşul Bucureşti au fost descoperite, în ultimii 15 — 17 ani, mai multe zăcăminte de petrol şi gaze, localizate în Cretacic şi Neogen. O parte din acumulările identificate în Sarmaţian — Tortonian corespund unor capcane combinate şi subtile, la realizarea cărora paleoreliefurile au avut o importantă contribuţie. Cele mai importante forme de relief responsabile de formarea capcanelor paleogeomorfologice sînt paleovăile şi dolinele.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 550. 832.4

C h i ş c a n, V. *Detecţia directă a acumulărilor de hidrocarburi a capcanelor litostratigrafice prin metoda seismică*

Se analizează în ce măsură se schimbă valoarea numerică a diverselor constante de material, măsurabile prin prospecţiunea seismică, funcţie de conţinutul porilor sau natura litologică a componentelor mediului.

De asemenea se arată necesitatea valorificării complete a informaţiilor conţinute în datele seismice prin prelucrarea completă a datelor de teren, în vederea reducerii riscului explorării.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.625.2

F l o r e a C a r m e n. *Perfecţionarea transportului cu vagonete în subteran*

După ce arată că vagonetele cu cutie fixă sînt mai avantajoase decît cele cu descărcare laterală, se dau cîteva exemple de construcţie de vagonete şi de locomotive, iar în final se arată unele perfecţionări aduse materialului rulant minier din ţara noastră.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 528.021.6

B o t e z, C. *Radiogeodezia şi aplicaţiile ei în prospecţiunile platformelor continentale marine*

Lucrarea prezintă importanţa prospecţiunilor marine pentru producţia mondială petrolieră, realizările obţinute pe plan mondial în domeniul sistemelor de radiolocaţie folosite în prospecţiunile marine, precum şi principiul sistemului de orientare tip HI - FIX, metoda hiperbolică, procedeul diferenţelor de nivel.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 543 :553

S z ö c z E c a t e r i n a şi S z ö c z, Şt. *Determinarea fotocolorimetrică a fosforului din minereuri şi concentrate de fier*

Determinarea fotocolorimetrică a fosforului se bazează pe formarea heteropoliacidului fosforului cu molibdat de amoniu, reducerea complexului cu acid ascorbic şi fotometrarea intensităţii coloraţiei albastre a complexului redus. După dizolvarea probei în acid azotic se creează un mediu de acid sulfuric 0,3—0,6 n, aciditate la care se obţine o stabilitate maximă a complexului colorat.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.24.015.55

C o n s t a n t i n e s c u, D. şi S p ă t a r u, E. *Procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri*

Lucrarea prezintă un procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri, utilizînd programarea la calculatorul electronic. Sînt studiate domeniul de variaţie al parametrilor cunoscuţi, precizia necesară a parametrilor de calculat, ordinea de calcul, procedeul de rezolvare şi forma tabelului cu rezultatele de calcul. În final se interpretează rezultatele obţinute.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.36

I r i m i e ş, I., S z e k e l y, L. şi F l o r e a, P. *Suporturi granulare pentru pesticide din substanţe nemetalifere româneşti*

Autorii analizează posibilitatea înlocuirii pesticidelor sub formă de „pulbere" cu pesticide sub formă granulară

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 53.081

M i l c o v e a n u, D. *Unităţile de măsură ale mărimilor spectrale utilizate în explorările gravimetrice, magnetice şi aeromagnetice*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

* * * *Noi utilaje asimilate în R.S.R. pentru industria extractivă*

ŞTIRI

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Redacţia revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01. Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru intreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23 — 25, Bucureşti. c. 465

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

Ogîrlaci, V. *An ample developping program of coal industry in our country*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 622.013.3

Paraschiv, D. and Bucur I. *The oil field from western part of Bucharest*

In the last 15 — 17 years many oil and gas deposits in Cretaceous and Neogen formations were discovered in western part from Bucharest city. Part of Sarmatian-Tortonian identified accumulations correspond to some combined and subtle traps which have been influenced to a great extent by the paleoreliefs. The most important relief shape responsable for the traps make up are shoestring sand traps and sink-holes.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 550.832.4

Chişcan, V. *Direct detection of hydrocarbon accumulations from litho-stratigraphical traps with the help of seismic method*

The degree of changing numerical values of different material constants to be measured by seismic investigation as function of porosity or lithological nature of medium components is analysed. Also is shown the need of full turning into account of information involved into the seismic data by full treatment of field data, in order to decrease the exploration risk.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 622.625.2

Florea Carmen. *Improvement of track-type haulage in underground*

After the presentation of the advantages of the cars with fixed body against the side dump cars, some examples with car and engine structure are given. In the last part some improvements of mining rolling stock made in Romania are shown.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 528.021.6

Botez, C. *Radiogeodesy and its application in prospecting marine shelves*

In the work are presented the importance of marine prospecting for the world petroleum output, achievements obtained on world scale level within the radar systems used in marine prospecting as well as the principle of orientation system type HI-FIX, hyperbolic method and level differences technique.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 543 :553

Szöcs Ecaterina and Szöcs, Şt. *Photocolorimetric establishing of phosphorus from iron ores and concentrates*

The method is based on the make-up of phosphorus heteropoliacid with ammonium molibdenate, reduction of the complex with ascorbic acid and photometrication of the blue colour intensity of the reduced complex. After sample dissolution with nitric acid a sulphuric acid medium 0,3—0,6 n is created; at this acidity maximum stability of the coloured complex is obtained.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 622.24.015.55

Constantinescu, D. and Spătaru, E. *Method of diameter calculation of three rollers bits*

In the paper is presented a method using a computer program. The variation interval of the known parameters, the necessary accuracy and sequence of calculation, manner of solving and the form of the list with the results are analysed. Finally an interpretation of the results is made.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 622.36

Irimieş, I., Székely, L. and Florea, P. *Granular base for pesticides from Romanian non-metalliferous substances*

The authors analyse the possibility to substitute „powder" pesticides with granular ones.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 53.081

Milcoveanu, D. *Units for spectrographical values used in gravimetric magnetic and aeromagnetic exploration*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

NEWS

СОДЕРЖАНИЕ

Огырлач, В. *Широйкая программа развития угольной промышленности нашей страны*

Mine, Petrol şi Gaze nr. 10/1975

C.Z. 622.013.3

Параскив, Д. и Букур, И. *Нефтяная зона, расположенная на западе от г. Бухареста*

На западе от г. Бухареста были выявлены за последние 15—17 лет ряд нефтяных и газовых месторождений, преуроченных к породам Мела и Неогена. Часть выявленных скоплений найдена в породах Сармациана-Тортониана и представлена комбинированными и вскрытыми ловушками для выявления которых значительный вклад сыграли палеорельефы. Самыми важными формами рельефа в которых были образованы палеогеоморфологические ловушки являются палеодолины и палеогорни.

Mine, Petrol şi Gaze nr. 10/1975

C.Z. 550.832.4

Кишкан, В. *Прямое обраружение углеводородных скоплений и лито-стратиграфических ловушек сеисмическим способом*

Рассмотривается изменение числового значения отдельных постоянных величин измеряемых пород в процессе проведения сеисмических поисковых работ, в зависимости от пористости и литологии составных частей среды.

Указывается также на необходимость полного использования содержащихся в сейсмических данных информаций, при полной обработке полевых данных в целях уменьшения степени риска проведения разведочных работ.

Mine, Petrol şi Gaze nr. 10/1975

C.Z. 622,625,2

Флоря, К. *Усовершенствование подземного транспорта рельсового транспорта*

После того как указывается что вагонетки с глухим кузовом обладают рядом преимуществ перед вагонетками с боковой разгрузкой, приведен ряд примеров конструкций вагонеток и электровозов, а в конце материала представлены некоторые усовершенствования конструкции отечественных подвижных составов.

Mine, Petrol şi Gaze nr. 10/1975

C.Z. 528.021.6

Ботез, К. *Радиогеодезия и её применение при поиске морской континентальной платформ (шельфа)*

В работе указываются значение морских поисковых работ для мировой нефтедобычи, полученные зарубежными странами результаты в области систем радиолокации, применяемых при поиске морской платформы, а также принцип системы ориентировки типа HI-FIX гиперболический метод, метод разноски отметок.

Mine, Petrol şi Gaze, nr. 10/1975

C.Z. 543: 553

Сёчь, Э. и Сёчь, Шт. *Фотоколориметрическое определение фосфора в железных рудах и концентратах*

Фотоколориметрическое определение фосфора основано на образование фосфорной гетерополикислоты с помощью молибдата амиака, востановление с аскорбиковой кислотой и фотометрирование степени синей окраски. После растворения пробы в азотной кислоте создаётся максимальная устойчивость окрашенного комплекса.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.24.015.55

Константинеску, Д. и Спетару, Е. *Способ расчёта диаметра трёхшарошечного долота*

В работе представлен способ расчёта диаметра трёхшарошечного долота с применением машин ЭВМ. Изучены область изменения известных параметров, необходимую точность расчётных параметров, порядок расчёта, способ решения и форму таблицы, содержащей расчётные данные.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.36

Иримиеш, И., Секеи, Л. и Флоря, П. *Зернистые кронштейны для румынских неметаллических пестицидов*

Авторы рассматривают возможность замены порошкообразных пестицидов с зернистыми.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 53.084

Милковяну, Д. *Единицы измерения спектральных величин, применяемых в гравиметрических., магнитных и аэромагнитных разведочных работах*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

ИЗВЕСТИЯ

INHALT

Ogîrlaci, V. *Ein ausgedehntes Entwicklungsprogramm der Kohleindustrie in unsere Land*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.013.3

Paraschiv, D. *und Bucur, I. Die Erdölzone im Westen von Bukarest*

Im westliche Teil der Stadt Bukarest, in der letzten 15—17 Jahren haben mehrere Oel— und Gaslagerstätten im Kreide und Neogen Formationen sich gefunden. Ein Teil von in sarmatisch-tortonianische Formationen gefundene Akkumulationen ist für einiger kombinierte und feine Fallen entsprechend in welche die Paläoreliefen haben eine bedeutende Beitrage gehabt. Die bedeutesten Reliefformen verantwortlich für die Bildung der paläomorphologischen Fallen sind die Paläotäler und die Dolinen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 550.832.4

Chişcan, V. *Unmittelbare Detektion der Kohlenwasserakkumulationen aus der lithographischen Fallen mit die seismische Methode*

Es wird die Veränderung der Wert der verschiedenen Konstanten gemessen durch seismische Prospektion als Funktion der Porengehalt oder der lithologischen Karakteristik der Mediumkomponenten analysiert. Also es wird die Notwendigkeit für eine volle Verwertung der Informationen der seismische Daten durch eine komplete Verarbeitung der Felddaten erwiesen in Hinsicht auf der Risiko der Exploration zu vermindern.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.625.2

Florea Carmen. *Verbesserung der Untertageförderung mit Wagen*

Anfangs es wird die Vorteilen der Wagen mit festen Wagenkasten gegenüber den seitliche Kippwagen erwiesen mit mehrere Beispiele von Wagen — und Lokokonstruktion. Am Ende sind einige Verbesserungen der bergmännische Rollmaterial in unsere Land festgestellt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 528.021.6

Botez, C. *Die Radiogeodäsie und ihre Anwendung für die Prospektierung der Schelfzone der Meere*

Im Aufsatz es wird die Bedeutung der Seeprospektierung für die Erdölweltförderung, Weltergebnisse im Bereich der Radarsysteme für Seeprospektierung, das Prinzip des Orientierungssystems HI-FIX, Hyperbelsverfahren, Niveaudifferenzverfahren erwiesen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 543 :553

Szöcs Ecaterina und Szöcs, Şt. *Bestimmung des Phosphors aus Eisenerz und Eisenkonzentraten*

Methode auf Grund der Bildung von Heteropolysaüre des Phosphors mit Ammoniummolybdän, Reduktion des Komplexes mit Askorbinsaüre und photometrische Messung der Intensität der blaue Koloration des reduzierten Komplexes. Nach der Lösung der Probe in Salpetersaüre ein Schwefelsaüremittel von 0,3—0,6 n sich gestaltet wenn eine maximale Stabilität des farbiges Komplexes erlangt wird.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.24.015.55

Constantinescu, D. und Spătaru, E. *Verfahren für Durchmesserberechnung der Dreirollmeissel*

Ein Programm für Elektronenrechenmaschine welche der Variationbereich der bekannte Parametern, die Genauigkeit, Rechenordnung, Lösungverfahren und die Bildung der Datentafel analysiert. Am Ende es wird eine Erläuterung der Ergebnisse ausgeführt.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622. 36

Irimieş, L., Székely, L. und Florea, P. *Körnige Schädlingsbekämfer aus rumänischen Nichtmetallsubstanzen*

Die Verfassern analysieren die Möglichkeit des Austausches von staubformigen durch körnige Schädlingsbekämfer.

Mine. Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 53. 081

Milcoveanu, D. *Spektrale Masseinheiten im Bereich der gravimetrische, magnetische und aeromagnetische Lagerstättenkundung*

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

NACHRICHTEN

SOMMAIRE

Ogîrlaci, V. *Vaste programme pour le développement de l'industrie charbonnière de notre pays*
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.013.3
Paraschiv, D. et Bucur I. *La zone pétrolière de l'ouest de Bucarest*
Dans les derniers 15 — 17 années à l'ouest de la ville Bucarest ont été découverts plusieurs gisements de pétrole et gas, localisés dans le Crétacé et le Néogène. Une partie des accumulations identifiées dans le Sarmatien-Tortonien, corresponde aux trapes combinés et subtils, leur formation ayant fort influencée par les paléoreliefs. Les plus importantes formes de relief qui ont contribué à la formation des trapes paléogéomorphologiques sont les paléovallées et les dolines.
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 550.832.4
Chişcan, V. *La détection directe des accumulations des hydrocarbures contenues dans les trapes litto-stratigraphiques par la méthode séismique*
On analyse dans quelle mesure, en fonction du contenu des pores ou de la nature lithologique des composants de l'environement, se change la valeur numérique des diverses constantes de matériel mesurables par la prospection séismologique. On trouve aussi la nécesité de la mise en valeur complete des informations contenues dans les donées séismiques par le traitement des données de terrain, en vue de la diminution du risque pendant l'exploration.
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.625.2
Florea Carmen. *L'amélioration du transport par wagonnets en souterrain*
Après la présentation des avantages des berlines à caisse fixe sur cells à culbutage latéral, on donne quelques exemples de construction de wagonnets et de locomotive. À la fin de l'article se présente quelques améliorations réalisés au matériel roulant minier dans notre pays.
Mine, Perrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 528.021.6
Botez, C. *La radiogéodésie et ses applications dans la prospection des plates-formes continentales marines*
L'article présente l'importance des prospections marines pour la production mondiale de pétrole, les réalisations obtenues dans le monde dans le domaine des systèmes de radio localisation employès dans les prospections marines ainsi que le principe du systeme pour l'orientation type HI-FIX, la méthode hyperbolique, le procédé des différences de niveau.
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 543 :553
Szöcs Ecaterina et Szöcs Şt. *La détermination fotocolorimétrique du phosphore des minerais et des concentrés de fer*
La détermination fotocolorimétrique du phosphore se fonde sur la formation du hétéropoliacide de phosphore avec de l'amonium molibdate, la réduction du complexe par l'éide ascorbique et la fotométrication de l'intensité de la coloration bleu du complexe reduit. Après la dissolution de l'expreuve en acide azotique se produit un moyen d'acide sulfurique 0,3—0,6 n, acidité dans laquelle s'obtient une stabilité maximale du complexe coloré.
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z. 622.24.015.55
Constantinescu, D. et Spătaru E. *Un procédé pour calculer le diamètre des trépans tricônes*
L'article présente un procédé de calcul du diamètre des trépans tricônes utilisant la programmation par ordinateur. Sont étudiés le domaine de variation des paramètres connus, la précision nécessaire aux paramètres pour le calcul l'ordre de calcul, le procéde de résolution et la forme du tableau des résultats de calcul. A la fin on fait l'interprétation des resultats obtenus.
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

C.Z.622.36
Irimieş, I., Székely, L. et Florea, P. *Supports granulaires pour pesticides réalisés de substances nonmetallifères roumaines*
Les auteurs analisent la possibilité de substituer les pesticides pulverulents avec desesticides granulaires.
Mine. Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 10, 1975

C.Z. 53.081
Milcoveanu, D. *Les unités de mesure des intensités spectrales utilisées dans les explorations gravimétriques, magnétiques et aéromagnétiques.*
Mine, Petrol si Gaze, vol. 26, nr. 10/1975

NOUVELLES

Reînoiţi-vă abonamentul pe anul 1976 la revista

MINE, PETROL ŞI GAZE

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL ESTE DE:
- 50 lei pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri
- 160 lei pentru intreprinderi

CONTRAVALOAREA ABONAMENTULUI SE VA TRIMITE PRIN MANDAT POŞTAL (PENTRU ABONAMENTELE PERSONALE ŞI COLECTIVE) SAU PRIN DISPOZIŢIE DE PLATĂ (PENTRU INSTITUŢII) CU SPECIFICAŢIA ABONAMENT LA REVISTA "MINE, PETROL ŞI GAZE"-1976, PE ADRESA:

INSTITUTUL DE GEOLOGIE ŞI GEOFIZICĂ
. Bucureşti, str. Caransebeş nr.1, sectorul 8,
cont de virament 30.126.01.01 B.N.R.S.R.
Filiala sector 1.

Ing. V. Ogîrlaci
director general adjunct al Centralei cărbunelui Petroşani

Un amplu program de dezvoltare a industriei carbonifere din ţara noastră

Încheierea cu rezultate bune a actualului cincinal şi pregătirea condiţiilor pentru viitoarea etapă de dezvoltare pînă în 1980 şi în perspectivă, va face ca industria carboniferă să aibă o pondere şi mai însemnată în economia naţională.

Datorită atenţiei deosebite acordate de conducerea de partid şi de stat industriei carbonifere, în actualul cincinal au fost luate măsuri pentru dezvoltarea şi modernizarea minelor şi carierelor existente, a instalaţiilor de preparare, precum şi pentru deschiderea de noi exploatări în subteran şi la suprafaţă.

Pe această bază, în cincinalul 1971—1975 extracţia cărbunelui cunoaşte sporuri din cele mai mari.

De la 12 milioane tone extras în 1965, s-a ajuns în 1970 la 22,8 milioane tone, iar în 1975 la circa 32,3 milioane tone cărbune extras.

În ceea ce priveşte dezvoltarea producţiei de cărbune, un aspect deosebit de important şi care se cuvine a fi subliniat, îl reprezintă creşterea înregistrată la extracţia lignitului, care în anul 1975 va fi de peste 1,6 ori superioară realizărilor din anul 1970. Această dezvoltare a fost posibilă datorită punerii în valoare a importantelor rezerve de lignit de care dispune ţara noastră şi în special a celor din bazinele carbonifere din nord-vestul Olteniei.

Introducerea în circuitul economic a rezervelor de lignit a produs şi produce în continuare schimbări importante, atît în balanţa de energie primară a ţării, cît şi în destinaţia producţiei de cărbune.

În acest fel cărbunele, şi în mod deosebit lignitul, devine din ce în ce mai mult un combustibil de bază pentru producerea energiei electrice şi termice, ceea ce face ca ponderea acestuia în balanţa de energie primară să fie în continuă creştere în dauna ponderii hidrocarburilor lichide şi gazoase.

Realizarea nivelurilor de producţie în cincinalul actual a fost posibilă datorită intensificării exploatării în minele şi carierele din bazinele Motru şi Rovinari, precum şi prin deschiderea unor unităţi miniere noi.

Creşterea producţiei de huilă se realizează de asemenea, atît pe baza dezvoltării capacităţilor de producţie existente, cît şi prin crearea unor capacităţi noi de producţie : astfel a început să producă mina Cozla din Banat, care deşi are rezerve mai reduse, produce un cărbune cocsificabil de bună calitate, minele Livezeni şi Bărbăteni din Valea Jiului, din care ultima produce cărbune cocsificabil.

Pentru asigurarea, din producţia internă, a industriei metalurgice cu cantităţi de huilă cocsificabilă cît mai mari şi reducerea pe această cale a importului, a fost modernizată preparaţia Lupeni, care a condus la amplificarea capacităţii acesteia şi mărirea gradului de recuperare în procesul de spălare şi preparare a huilei.

La rezultatele obţinute în dezvoltarea industriei carbonifere, o contribuţie hotărîtoare o are desfăşurarea unei ample activităţi de cercetare ştiinţifică pentru promovarea în producţie a cuceririlor ştiinţei şi tehnicii, a metodelor avansate de lucru, ca şi de dotare şi reutilare cu utilaje şi echipamente moderne a minelor noi şi a celor existente.

În acest sens este de menţionat că din totalul producţiei de cărbune, prevăzută pentru anul 1975, 37,3 % se extrage prin exploatări la zi cu procese de muncă integral mecanizate, iar din producţia minelor cu activitate în subteran circa 39,5 % se extrage din abataje dotate cu combine, pluguri de cărbune sau cu complexe mecanizate de tăiere şi susţinere.

Concomitent cu succesele economice obţinute de industria carboniferă din ţara noastră, s-au obţinut realizări deosebite şi în domeniul îmbunătăţirii condiţiilor de viaţă ale minerilor.

Prin grija şi preţuirea deosebită a conducerii de partid şi de stat, condiţiile de trai ale minerilor s-au schimbat radical. În acest sens şi în actualul cincinal au fost făcute importante investiţii pe tărîm social-cultural.

Din fondurile centralizate ale statului au fost construite în localităţile miniere numeroase apartamente, cinematografe, case de cultură şi cămine culturale.

Aşa cum prevăd Directivele Congresului al XI-lea al Partidului Comunist Român, sarcina principală ce revine industriei carbonifere este ca în următorul cincinal producţia netă de cărbune energetic să ajungă la cel puţin 56 milioane tone. De asemenea, va trebui ca producţia internă de cărbune destinat fabricării cocsului să crească substanţial.

În producţia de cărbune, lignitul va reprezenta 82 % în anul 1980. Dezvoltarea producţiei de lignit se va face, în principal, prin punerea în funcţiune de noi cariere în bazinul carbonifer Oltenia. Pentru huilă se va dezvolta, în continuare, bazinul Văii Jiului, cărbunele de aici fiind absorbit în întregime pentru producerea de cocs în industria metalurgică. Pe linia valorificării şi a altor resurse naturale, au fost elaborate studii şi proiecte în vederea exploatării zăcămîntului de şisturi bituminoase de la Anina.

Creşterea producţiei de cărbune se va face, atît pe seama dezvoltării capacităţilor existente de producţie, cît mai ales prin punerea în

funcțiune de noi cîmpuri miniere. Astfel, pentru producerea de huilă se va dezvolta, în continuare, capacitatea de producție la toate minele existente și se vor pune în exploatare noi perimetre miniere cum sînt : mina Iscroni, Pilier Est Lupeni și Hobiceni. Se vor dezvolta în continuare uzinele de preparare prin construirea de noi capacități în partea estică a bazinului Valea Jiului care să asigure în anul 1980 prepararea pentru cocs a întregii producții de huilă prevăzută.

Pentru producția de lignit se vor pune în funcțiune carierele noi Jilț Sud, Rovinari Est și Peșteana, mine noi în bazinul Rovinari ca : Pinoasa, Tehomir, Urdari, Cojmănești și Albeni.

În afară de bazinele miniere din Valea Jiului și Rovinari se vor dezvolta, în continuare, și celelalte bazine miniere din țară ; dintre acestea bazinul minier Motru își va dubla producția pînă în 1980, iar bazinul Cîmpulung va căpăta noi dimensiuni, prin punerea în exploatare a noului zăcămînt.

Pentru asigurarea combustibilului casnic se va dezvolta producerea de brichete de lignit prin construirea unor linii de fabricație în bazinele Motru, Rovinari, Cîmpulung și la Voivozi.

Creșterea importantă a producției de huilă și lignit se va putea realiza numai pe baza introducerii unor noi tehnologii și utilaje de mare capacitate.

Direcțiile principale privind dezvoltarea nivelului tehnic al producției de huilă sînt orientate spre extinderea metodelor de exploatare cu abataje cu front scurt în felii orizontale pentru înlocuirea abatajelor cameră, extinderea abatajelor cu front lung în felii orizontale care va participa cu o pondere de peste 20 % în producția bazinului Văii Jiului, definitivarea tehnologiei de exploatare cu banc de cărbune subminat în unele zone din stratul 3, introducerea tehnologiei de exploatare prin foraje cu șnec în strate subțiri (sub 80 cm), îmbunătățirea metodelor de exploatare folosite în bazinul Anina și altele.

Pe baza introducerii acestor tehnologii noi și a perfecționării utilajelor, la minele de huilă se va putea crește gradul de mecanizare, în medie pe abataje, la 52,6 % la tăiere și 70 % la susținere și reduce consumul de lemn de mină în anul 1980 cu circa 16 % față de 1975. Pentru lucrările de deschidere și pregătire gradul de mecanizare va fi de circa 63 % la tăiere și 70 % la încărcare.

La minele de lignit, creșterea gradului de mecanizare a proceselor de extracție în subteran urmează a se face pe seama modernizării utilajelor existente și a introducerii unor utilaje noi în toate bazinele carbonifere.

La cariere, se vor introduce în continuare utilaje de excavare, transport și haldare de mare capacitate în majoritatea acestora fabricate în țară.

În scopul asigurării realizării prevederilor programului de mecanizare a minelor elaborat de Centrala cărbunelui Petroșani se prevede extinderea capacităților de producție la uzinele de utilaj minier din Petroșani, Rogojelu și Filipești de Pădure.

Anul 1975, care se situează la cumpăna dintre două cincinale, are o semnificație deosebită prin faptul că de realizarea în bune condiții a sarcinilor de plan depinde o bună demarare a cincinalului viitor.

Pe primele șase luni din acest an au fost realizate peste plan 235 500 tone cărbune net, din care 68 824 tone huilă și 166 592 tone lignit.

Există condiții create la fiecare exploatare minieră și loc de muncă pentru ca sarcinile de plan pe întregul an 1975 să fie realizate în bune condiții. O atenție sporită trebuie acordată realizării noilor capacități de producție la carierele din Oltenia, întreprinderii de cariere și mine noi Oltenia, nou înființată, îi revine sarcina de a asigura intrarea în producție în acest an și realizarea nivelurilor programate la carierele Roșia de Jiu, Rovinari Est și Lupoaia.

La toate exploatările miniere, în această perioadă, o sarcină permanentă pentru fiecare colectiv de muncă este ridicarea întregii activități pe o treaptă calitativ superioară, continuarea căutării de noi posibilități, în vederea creșterii productivității muncii, reducerii cheltuielilor de producție și creșterii eficienței economice. Trebuie să se acționeze cu toată fermitatea pentru îndeplinirea integrală a sarcinilor de investiții, în vederea punerii în funcțiune la termenele prevăzute a noilor capacități de producție, a tuturor lucrărilor prevăzute pentru acest an.

O problemă de mare importanță în anul 1975 și în continuare, o constituie asigurarea dotației tehnice a minelor și carierelor.

Ducerea la îndeplinire a programului de mecanizare și modernizare a extracției de cărbune întocmit la indicația Secretarului General al Partidului, tovarășul Nicolae Ceaușescu, necesită eforturi deosebite din partea economiei naționale, a industriei constructoare de mașini, a uzinelor de utilaj minier din cadrul centralei noastre.

Realizarea integrală și la timp a prevederilor acestui amplu program constituie garanția sigură a îndeplinirii sarcinilor ce revin tuturor lucrătorilor din industria cărbunelui.

Astfel puternicul detașament al minerilor din industria cărbunelui, mobilizat și îndrumat îndeaproape de organizațiile de partid de la mine, cariere și șantiere, muncind mai departe cu hărnicia, abnegația și priceperea care-l caracterizează, va duce la îndeplinirea cu succes a sarcinilor puse de partid în actuala etapă, aducîndu-și astfel o contribuție de seamă la dezvoltarea bazei energetice a țării, la făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate în patria noastră.

Dr. geol. D. Paraschiv și I. Bucur
director general în M.M.P.G.

Zona petroliferă de la vest de București*)

Începuturile industriei extractive de petrol în zona de la vest de București datează din anul 1958, cînd prima sondă de pe structura Hîrlești debita, industrial, petrol și gaze din Albian. În următorii doi ani avea să se demonstreze și potențialul economic al Sarmațianului și Meoțianului, prin intrarea în producție a sondelor 10 Cartojani, 84 Blejești și 100 Videle. De atunci și pînă în prezent, într-un răstimp de numai 15 ani, activitatea de prospecțiune și explorare a cunoscut o intensificare deosebită, ceea ce a permis evidențierea, conturarea și introducerea în exploatare a numeroase zăcăminte, printre care Bălăria—Videle—Blejești, Baciu, Siliștea—Șopîrlești, Preajba — Glavacioc, Stoenești, Izvoru, Glogoveanu, Petrești—Corbii Mari—Poiana, Croitori etc. (fig. 1).

Sondele săpate în regiunea amintită au deschis o succesiune de depozite aparținînd Cuaternarului, Pliocenului, Sarmațian-Tortonianului **, Cretacicului, Jurasicului și Triasicului. Alcătuirea litologică și grosimile formațiunilor deschise nu diferă substanțial de cele cunoscute în alte sectoare ale Platformei moesice. Excepție fac faciesurile Albianului și ale Cretacicului inferior care în acest sector suferă o oarecare evoluție. În esență este vorba de o trecere de la depozitele cu caracter pur marin, predominant calcaroase-marnoase din partea de vest a platformei, la cele lagunare și apoi la zona de lipsă din sectorul de est al Cîmpiei Române. Această tranziție, mai perceptibilă la est de rîul Vedea, se manifestă, la nivelul Cretacicului inferior, prin reducerea ponderii secvențelor marnoase și marno-calcaroase, deci printr-un facies mai calcaros, iar la nivelul Albianului prin depunerea unor orizonturi de calcare grezoase și gresii calcaroase, între meridianele localităților Ciolănești și Siliștea.

În ansamblul regiunii, depozitele traversate înclină de la sud către nord și cad, în trepte, în fața Carpaților. De altfel, formațiunile neogene din acest sector alcătuiesc, în bună măsură, partea cea mai externă, cu fundament de platformă, a avanfosei (Dumitrescu, Săndulescu, 1968).

Lucrările de explorare și exploatare efectuate pînă în prezent au pus în evidență acumulări industriale de petrol și gaze în Cretacicul inferior, Albian, Tortonian—Sarmațian și în Meoțian. Ca tipuri de acumulare predomină capcanele structurale de genul monoclinelor faliate. La formarea zăcămintelor au contribuit, într-o măsură apreciabilă și factorii stratigrafici și paleogeografici. Multe dintre capcane sînt, însă, de tip combinat.

Prin numărul mare de structuri și formațiuni productive, sectorul de la vest de orașul București reprezintă cea mai importantă zonă de acumulare a Vorlandului. Situat pe marginea de Nord a Platformei moesice, în partea opusă marilor structuri diapire productive de la Băicoi—Moreni—Tîrgoviște, sectorul de la vest de București are semnificația unei replici a Vorlandului la zăcămintele gigant din subzona mio-pliocenă. Importantele acumulări din bazinul inferior al Argeșului se explică prin realizarea, în aceeași zonă, a condițiilor optime de formare a zăcămintelor, atît la nivelul formațiunilor aparținînd platformei, cît și la nivelul cuverturii neogene de pe flancul extern, prelungit, al avanfosei. Așa cum s-a mai spus, condițiile favorabile din regiunea respectivă au fost asigurate de alcătuirea geologică (în special sub aspectul rocilor rezervor), aranjamentul stratelor, fluxul termic și de evoluția paleogeografică. Asupra acestui ultim aspect se va insista în cele ce urmează.

Date fiind mișcările oscilatorii care au afectat spațiul dintre Carpați și Balcani, istoria geologică a Platformei moesice se înfățișează ca o înlănțuire de etape succesive de acumulare și de denudație. Ultima etapă de evoluție subaeriană înregistrată de platformă, înaintea celei actuale (cuaternare), începe, în linii mari, în timpul diastrofismului laramic și ia sfîrșit odată cu mișcările stirice noi. În anumite sectoare, această etapă de gliptogeneză este încadrată de efectul oscilatoriu al mișcărilor pireneene și, respectiv, attice.

În intervalul de timp cît a funcționat ca uscat, respectiv în Paleogen și în Miocenul inferior, Platforma moesică a fost transformată într-o suprafață de denudație cvasiorizontală. Pe fondul acestei paleoplene, grefată pe formațiuni cretacice și mai vechi, se distinge un relief variat, cu energie ce nu depășea 200 m și care consta din forme de eroziune, abraziune și de dizolvare (carstice). Dintre acestea, într-o serie de lucrări anterioare (Paraschiv, 1965, 1975; Ursu, Langa, 1969; Popa, Paraschiv, 1975) au fost semnalate mai multe paleovăi, grupate în două sisteme hidrografice: Paleojiul — în partea de vest și Paleoargeșul în sectorul central al Platformei moesice. Nu se exclude existența și a altor bazine hidrografice vechi.

Sistemul Paleoargeșului constă dintr-o serie de paleovăi și doline, parțial drenate. Văile care străbăteau platforma curgeau de la sud către

---

* Lucrare susținută la simpozionul **Capcane subtile cu hidrocarburi** București, 2—3 aprilie 1975.

** Termenul de Tortonian este utilizat în sensul Badenianului.

nord, vărsîndu-se, inițial în bazinul paleogen, apoi, în cel miocen al avanfosei. Lungimea verificată a paleovăilor de la vest de București este de circa 25 km, în timp ce lățimea variază între 300 și 2 000 m. Versanții destul de abrupți, reflectă natura predominant calcaroasă a rocilor în care au fost excavați. Potrivit unor tentative de interpretare (fig. 3) versanții sînt asociați cu linii de falie, dar acest lucru trebuie reținut cu multe rezerve, deoarece el trădează influențe ale vechii concepții structurale în interpretarea datelor de sondă. Adîncimea paleovăilor ajungea pînă la 180 m, formațiunile secționate de acestea aparținînd Senonianului, uneori Cenomanianului și, mai rar, Albianului. Este aproape sigur că văi atît de evoluate, ca cele din sistemul Paleoargeșului, aveau o dezvoltare mult mai mare, atît spre nord, dar mai ales spre sud, către Dunăre. În această situație apare de un

Dolina respectivă era drenată de un emisar al Paleoargeșului. Această ipoteză este susținută, în special de faptul că pachetele Sa3 *c* și Sa3 *d*, depuse atît pe văi cît și în dolină, sînt corelabile.

Odată cu Miocenul superior, spațiul dintre Carpați și Balcani începe să coboare, permițînd apelor marine să invadeze uscatul Platformei moesice. Cum era și normal, transgresiunea a început cu acoperirea formelor negative de relief, respectiv, paleovăile, transformate în adevărate limane și apoi cu invadarea dolinelor, a căror adîncime era mai mică. În continuare, către sfîrșitul Sarmațianului 3, au fost acoperite și interfluviile, astfel încît întreaga regiune de la vest de București a fost încorporată în bazinul de sedimentare a Miocenului superior.

Ca urmare a evoluției menționate a rezultat un profil stratigrafic din ce în ce mai complet

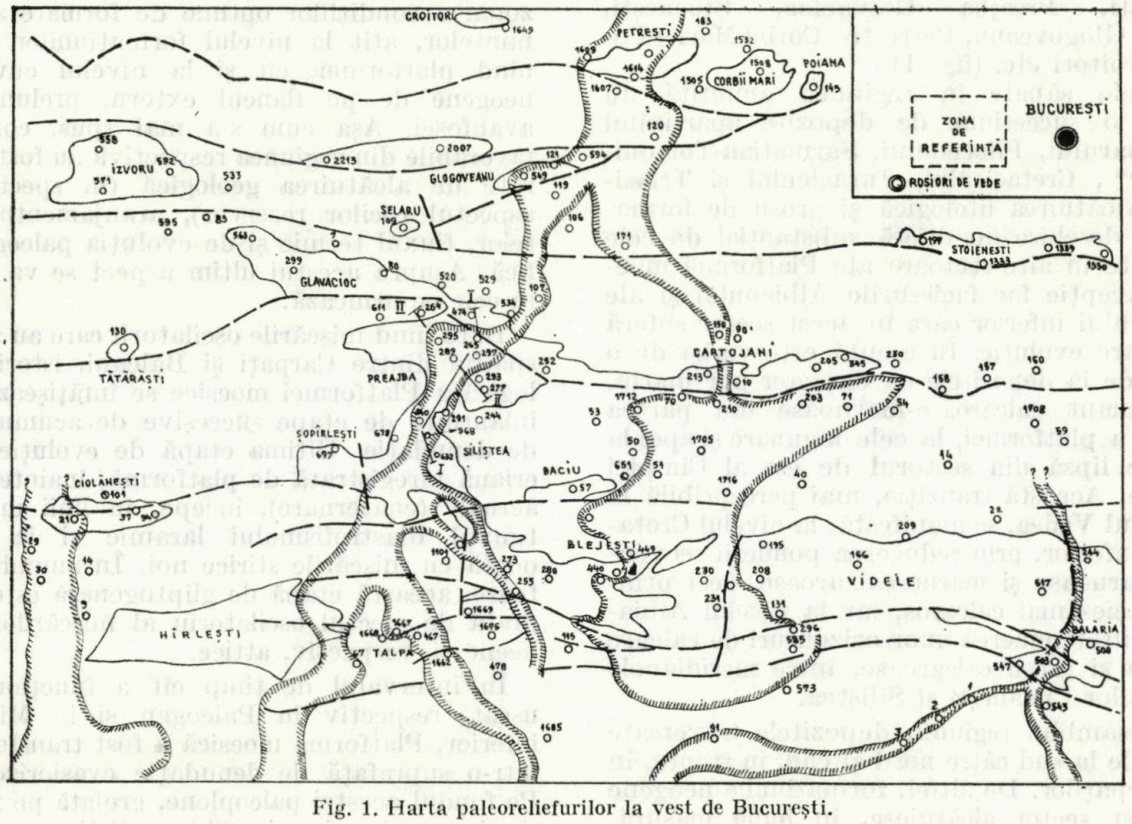


Fig. 1. Harta paleoreliefurilor la vest de București.

deosebit interes identificarea, la nord de Petrești, a paleodeltei tortonian superioare-sarmațian inferioare.

Dolinele, formate în urma procesului de dizolvare a calcarelor de către apele meteorice, au lungimi de 7 000—8 000 m și lățimi de 3 000—6 000 m. Fiind vorba de un relief carstic, adîncimea lor nu poate depăși grosimea calcarelor senoniene, respectiv 80 m. O astfel de dolină pare să se fi format între Cartojani și Videle (fig. 1) și este aproape sigur că ea nu reprezintă singura formă de relief de acest fel.

către nord și pe paleovăi și din ce în ce mai redus (nou) către sud și pe interfluvii. Colmatarea vechilor forme de relief, inclusiv interfluviile, s-a produs începînd din Tortonian și a continuat și în Sarmațianul inferior. Acum s-a format o succesiune de marne și nisipuri, separată în șase pachete (fig. 2), numerotate, de sus în jos *a*, *b*, *c*, *d*, *e* și *f*. Local, apare și pachetul *g* (fig. 3). Primele trei pachete (*a*, *b* și *c*) constituie „Sarmațianul 3", iar ultimele patru (*d*, *e*, *f* și *g*) alcătuiesc „Sarmațianul bazal". În lumina celor arătate, termenii inferiori, *g*, *f*, *e* și *d* se întîlnesc

numai pe paleovăi şi în zona altor forme negative de relief. Pachetele *a* şi *b*, care se individualizează şi se dezvoltă în grosime de la sud către nord sînt prezente atît pe paleovăi cît şi pe interfluvii, deci, practic, în toată regiunea, mar-

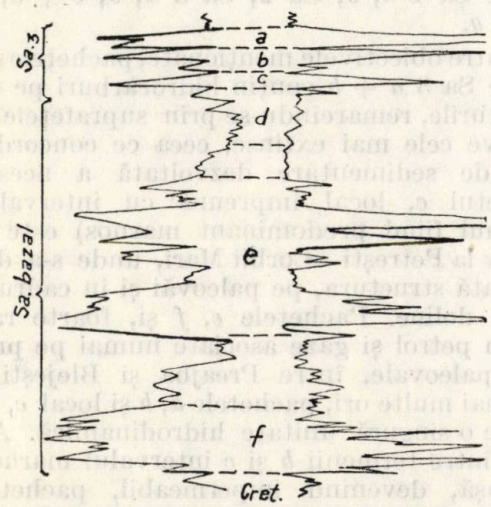


Fig. 2. Profilul Sa inferior în zona Siliştea.

cînd momentul imersiunii întregii suprafeţe. Este totuşi de observat că în sectorul sudic (Videle-Bălăria), mai ridicat, al platformei, nisipul *b* pare să lipsească, local, probabil în sectoarele corespunzînd unor forme de paleorelief pozitiv. În ceea ce priveşte pachetul *c*, de asemenea mai dezvoltat şi bine individualizat de la sud către nord, el are o distribuţie continuă (pe văi şi interfluvii) la Petreşti-Corbii Mari, adică în sectorul cel mai coborît al regiunii în discuţie. Pe măsură ce se merge spre sud, adică la Cartojani—Preajba, Şopîrleşti—Siliştea şi apoi la Blejeşti, acest termen se insinuează printre interfluvii, fiind prezent numai în doline şi pe paleovăi. De altfel, în cuprinsul dolinelor cei mai inferiori termeni corespund nisipurilor *c* şi *d*. Date fiind condiţiile locale şi diferite în care s-au depus pachetele inferioare, acestea se caracterizează printr-o accentuată variaţie lito-facială, ceea ce îngreunează paralelizarea regională a termenilor respectivi, mai ales sub nivelul *d*.

Potrivit indicaţiilor calitative oferite de către diagrafia geofizică, pachetele inferioare care se dispun direct pe fundul paleovăilor s-au depus în mediu de apă dulce, sugerînd regim stagnant, limanic. Termenii imediat superiori amintesc de un mediu de sedimentare cu ape mai mineralizate. Aspectul pozitiv pe diagrafia electrică a stratelor bazale s-ar putea datora, unui conţinut mai mare de carbonaţi de calciu, în constituţia lor.

Variaţiile de depunere cu implicaţii asupra condiţiilor de formare a zăcămintelor de hidrocarburi n-au afectat numai Sarmaţianul 3. În timpul Sarmaţianului 2 linia de ţărm situîndu-se în apropierea structurilor Blejeşti—Videle—Bălăria, în această regiune pot fi sur-

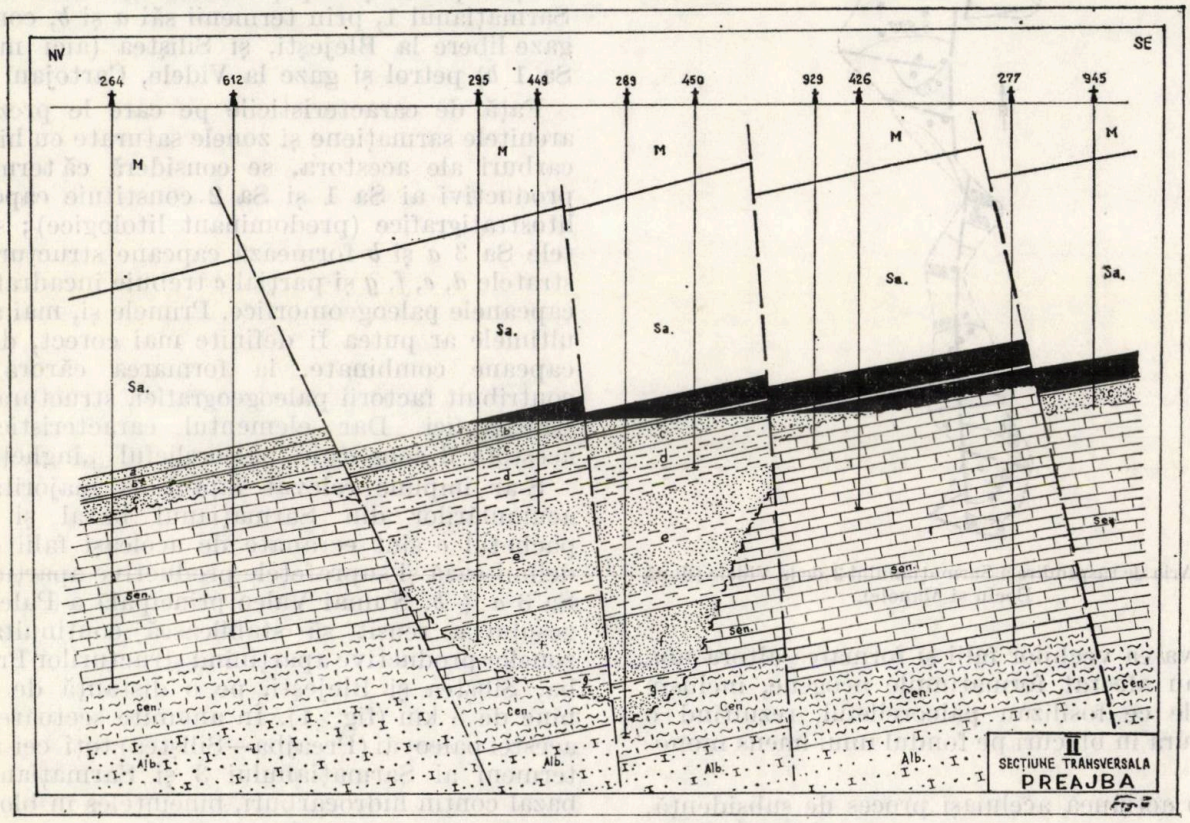


Fig. 3. Secţiune transversală Preajba.

prinse şi efectele văilor submarine, o prelungire a celor de pe uscat care veneau dinspre teritoriul bulgar şi care reprezentau segmentele necolmatate ale Paleoargeşului. Este vorba de nisipurile Sarmaţianului 2, cu grosimi de 50—60 m, ce se dispun peste marnele protectoare ale Sa 3 de la Videle. Această poziţie stratigrafică, coroborată cu forma ariei de dezvoltare (de tip şnur) şi cu direcţia sud—nord a nisipurilor Sa 2, constituie elemente care pledează în favoarea admiterii depunerii lor în cadrul unei văi submarine (fig. 4).

Alte efecte ale variaţiei de sedimentare, îmbrăcînd forma unor strate lenticulare de nisipuri, se surprind şi în secvenţa terminală a Miocenului, denumită „Sarmaţianul 1". Într-adevăr, pe structurile Videle—Blejeşti, Siliştea—Şopîrleşti, Cartojani etc., se întîlnesc lentile de nisipuri, aparţinînd cel puţin la două niveluri stratigrafice, care au fost denumite Sa 1 *a* şi Sa 1 *b* şi care, local, conţin hidrocarburi. Nisipuri lenticulare cu gaze se cunosc şi în Meoţian.

Pe măsura afundării marginii nordice a platformei şi a încărcării ei cu sedimente a avut loc

Fig. 4. Aria de răspîndire a Sarmaţianului 2 de la Videle (după Bociu şi Manole).

reactivarea vechilor falii şi formarea altora noi, care au afectat formaţiunile neogene, inclusiv pe cele ce fosilizau paleorelieful, rezultînd o structură în blocuri pe fondul unui imens monoclin.

Sub acţiunea aceluiaşi proces de subsidenţă, din ce în ce mai accentuat spre nord şi de reactivare a faliilor ecran, a început migrarea hidrocarburilor şi formarea zăcămintelor. Dacă se fac referiri numai la pachetele de roci colectoare ale Sarmaţianului, este de reţinut că, pe ansamblul regiunii, au fost găsite productive nisipurile Sa 1 *a*, *b*, Sa 2, Sa 3 *a*, *b*, *c* + *d*, *f* şi, local, *g*.

Dintre obiectivele menţionate, pachetele superioare Sa 3 *a* + *b* conţin hidrocarburi pe toate structurile, remarcîndu-se prin suprafeţele productive cele mai extinse, ceea ce concordă cu aria de sedimentare dezvoltată a acestora. Pachetul *c*, local, împreună cu intervalul *d* (ultimul fiind predominant marnos) este productiv la Petreşti—Corbii Mari, unde s-a depus pe toată structura, pe paleovăi şi în cadrul vechilor doline. Pachetele *e*, *f* şi, foarte rar, *g* conţin petrol şi gaze asociate numai pe principala paleovale, între Preajba şi Blejeşti. De cele mai multe ori, pachetele *a*, *b* şi local *c*, constituie o singură unitate hidrodinamică. Acolo unde între termenii *b* şi *c* intervalul marnos se îngroaşă, devenind impermeabil, pachetul *c* reprezintă un zăcămînt de sine stătător (Videle—Blejeşti, Petreşti—Corbii Mari etc.). Celelalte rezervoare aparţinînd Sarmaţianului bazal, reprezintă, de regulă, unităţi hidrodinamice aparte.

În ceea ce priveşte obiectivele de interes, superioare Sarmaţianului 3, se impune, în primul rînd, menţionarea Sarmaţianului 2 care conţine petrol şi cap primar de gaze la Videle. Sarmaţianul 1, prin termenii săi *a* şi *b*, conţine gaze libere la Blejeşti, şi Siliştea (aici numai Sa 1 *b*) petrol şi gaze la Videle, Cartojani etc.

Faţă de caracteristicile pe care le prezintă arenitele sarmaţiene şi zonele saturate cu hidrocarburi ale acestora, se consideră că termenii productivi ai Sa 1 şi Sa 2 constituie capcane litostratigrafice (predominant litologice); stratele Sa 3 *a* şi *b* formează capcane structurale; stratele *d*, *e*, *f*, *g* şi parţial *c* trebuie încadrate la capcanele paleogeomorfice. Primele şi, mai ales, ultimele ar putea fi definite mai corect, drept capcane combinate, la formarea cărora au contribuit factorii paleogeografici, structurali şi stratigrafici. Dar elementul caracteristic al acestora îl constituie paleorelieful „îngheţat".

S-ar impune relevat faptul că majoritatea acumulărilor din Sarmaţianul bazal şi din pachetul *c* sînt ecranate de aceleaşi falii care delimitează şi suprafeţele productive aparţinînd Sa 3 *a* + *b*. Numai Valea principală a Paleoargeşului a reuşit să stabilească continuitatea zonelor productive aparţinînd structurilor Preajba, Siliştea şi Blejeşti, pe o distanţă de mai bine de 8 km (fig 1). În anumite sectoare ale acestei paleovăi (Preajba—Siliştea) toţi cei şase termeni ai Sarmaţianului 3 şi Sarmaţianului bazal conţin hidrocarburi, bineînţeles în blocuri diferite sau pe suprafeţe variabile.

Altă constatare care merită să fie consemnată este aceea că unele secțiuni geologice efectuate în sectorul de la vest de orașul București sugerează migrația petrolului din Cretacic în Sarmațian (fig. 5) și invers. Acest aspect însă merită studiat în detaliu pentru a se ajunge la concluzii fundamentate.

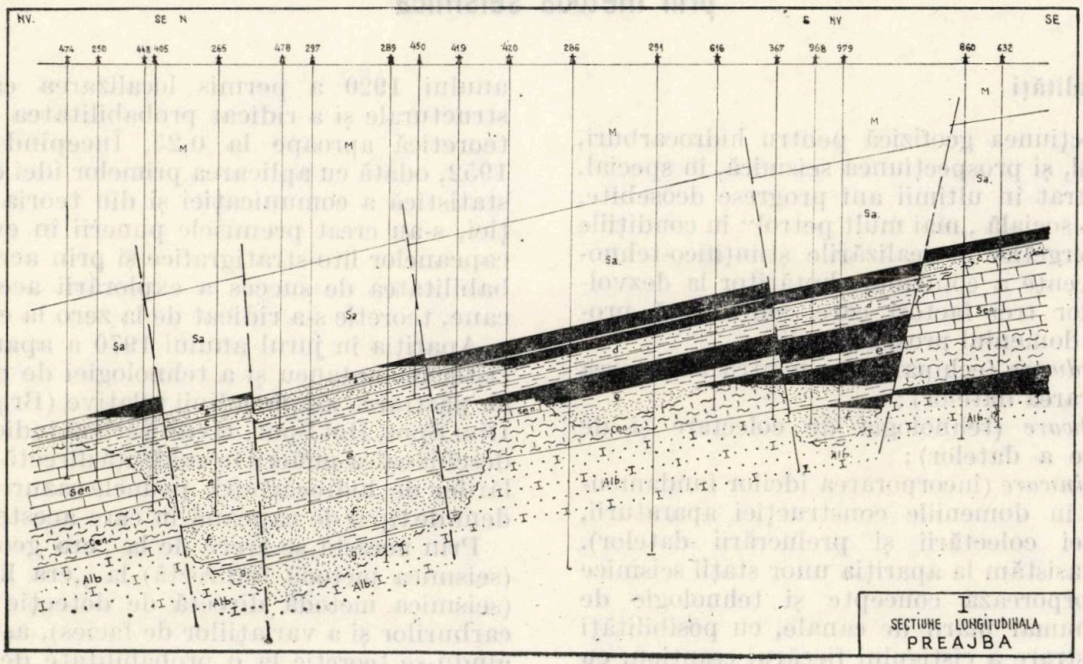


Fig. 5. Secțiune longitudinală Preajba.

Așa cum s-a mai arătat, punerea în discuție a zonei petroliere de la vest de București a avut drept scop evidențierea capcanelor combinate și subtile, respectiv a celor din Sarmațianul 1, Sarmațianul 2, Sarmațianul bazal și pachetul *c* din Sarmațianul 3. Dacă prin considerațiile de pînă acum s-a abordat problema formării, distribuției și a relațiilor dintre ele, ar fi de interes ca în finalul acestui articol să se prezinte și cîțiva parametri fizici, stabiliți pentru obiectivele respective în sectoarele cele mai caracteristice.

Obiectivul	porozitate, %	Saturație apă, %	Factor mics. vol.	Densitate petrol, kgf/dm³
Sa 1 (Cartojani)	25	25	1,08	0,900
Sa 2 (Videle)	30	18	1,08	0,940
Sa bazal Preajba	22,5—23	36	1,08	0,900
Sa bazal *e* Preajba	23—24,1	33,5—36	1,08	0,900
Sa bazal *f* Preajba	23—24,1	33,5—36	1,08	0,900
Sa bazal *g* Preajba	23	36	1,08	0,900

Valorile parametrilor ca și comportarea în producție constituie elemente concludente pentru a conchide că zăcămintele predominant paleogeomorfice și stratigrafice de la vest de orașul București au o deosebită valoare economică.

Abordarea, chiar și sumară, a problemei capcanelor subtile în bazinul inferior al Argeșului permite să se întrevadă descoperirea unor zăcăminte de același fel, urmărind :

a) prelungirea văilor deja identificate, către Nord și Sud, deci în afara cadrului cercetat pînă în prezent ;

b) eventuale paleodelte și cursuri submarine, de asemenea în sectoare insuficient investigate ;

c) alte forme de relief în aceeași regiune cercetată pînă acum de pe poziția concepției structurale.

Bibliografie

[1] Dumitrescu I., Săndulescu, M. *Problemes structuraux fundamentaux des Carpates Roumaines et leur avant-pays*. An. inst. geol., XXXVI, 195—218. București, 1968.

[2] Ioachimciuc, R., Nadler, H. *Studiu asupra perspectivelor de dezvoltare a exploatării zăcămintelor de țiței de la Preajba—Silițea*. 44 pag. Arhiva M.M.P.G., Cîmpina, 1971.

[3] Paraschiv, D. *Sur l'évolution paléogéomorphologique de la Plaine Roumaine*. Rev. roum., géol., géoph., géogr., série géogr., 10/1. București, 1965.

[4] Paraschiv, D. *Geologia zăcămintelor de hidrocarburi din România*. Șt. tehn. ec. E/10, 363 pag., București, 1975.

[5] Popa, Gh., Paraschiv, D. *Tipuri de capcane combinate și subtile. Cîmpul petrolifer Brădești*. Rev. Mine, Petrol și Gaze, 12/25, pag. 578—583, București, 1974.

[6] Rusu, D., Bucur, A., Bociu, A., Manole, E. *Zăcămintele de la Videle—Vadu Lat (Sarmațian + Albian țiței și Meoțian — gaze)*, 130 pag. Arhiva M.M.P.G., București, 1973.

[7] Ursu, A., Langa, Fl. *Prezența unui zăcămînt de petrol în depunerile sedimentare dintr-o paleovale cretacică*. Rev. Petrol și Gaze, 9, pag. 636—640, București, 1969.

Ing. V. Chişcan

Detecţia directă a acumulărilor de hidrocarburi şi a capcanelor lito-stratigrafice prin metoda seismică *)

1. Generalităţi

Prospecţiunea geofizică pentru hidrocarburi, în general, şi prospecţiunea seismică, în special, a înregistrat în ultimii ani progrese deosebite. Comanda socială „mai mult petrol" în condiţiile crizei energetice şi realizările ştiinţifico-tehnologice recente a contribuit hotărîtor la dezvoltarea celor trei factori care controlează progresul în domeniul prospecţiunii :

a) *Hardware* (echipamente pentru colectarea şi prelucrarea datelor) ;

b) *Software* (tehnologia de colectare şi de prelucrare a datelor) ;

c) *Brainware* (încorporarea ideilor fundamentate noi în domeniile construcţiei aparaturii, tehnologiei colectării şi prelucrării datelor).

Astăzi asistăm la apariţia unor staţii seismice care încorporează concepte şi tehnologie de vîrf, cu număr mărit de canale, cu posibilităţi de înregistrare a cîştigului fiecărui eşantion, cu calculatoare care optimizează operaţia de înregistrare a datelor în teren.

În procesul de prelucrare a datelor seismice se utilizează cele mai mari şi rapide calculatoare existente pe piaţa mondială pentru a face faţă calculelor din ce în ce mai complicate, cerute de teoria modernă a prelucrării datelor seismice. Teoria prelucrării datelor seismice s-a constituit ca o disciplină de graniţă din : teoria operatorilor liniari, teoria statistică a comunicaţiei, teoria antenei, teoria probabilităţilor şi a proceselor stochastice, teoria detecţiei şi estimaţiei, teoria modelării şi identificării sistemelor, teoria programării calculatoarelor electronice, teoria optimizării, teoria informaţiei, geofizica, geologia etc. Ideile izvorîte din aceste teorii, adaptate şi aplicate la scară industrială în practică au condus la mutaţii importante în natura calitativă a informaţiilor obţinute din prelucrarea datelor seismice putîndu-se spune acum la o jumătate de secol de la invenţia metodei seismice că aceasta se transformă din metodă geofizică indirectă în metodă directă de căutare a hidrocarburilor şi de punere în evidenţă a variaţiilor de facies, ajutînd, din ce în ce mai mult, la conducerea raţională a activităţii de explorare.

Astfel, dacă la începutul secolului explorarea în zonele acoperite era condusă în mare măsură la întîmplare cu probabilitate teoretică mai mică de 0,14, apariţia metodei seismice în jurul anului 1920 a permis localizarea capcanelor structurale şi a ridicat probabilitatea de succes teoretică aproape la 0,25. Începînd cu anul 1952, odată cu aplicarea primelor idei din teoria statistică a comunicaţiei şi din teoria informaţiei, s-au creat premisele punerii în evidenţă a capcanelor lito-stratigrafice şi prin aceasta probabilitatea de succes a explorării acestor capcane, teoretic s-a ridicat de la zero la circa 0,25.

Apariţia în jurul anului 1970 a aparaturii cu cîştig instantaneu şi a tehnologiei de prelucrare cu păstrarea amplitudinii relative (Bright Spot, Dim Spot, Hot Spot, Hydrocarbon indicators) au deschis calea punerii în evidenţă directă a acumulărilor de hidrocarburi, în unele cazuri independent de tipul de capcană în care acestea se află.

Prin aceasta se trece de la „era geometrică" (seismica metodă indirectă) la „era litologică" (seismica metodă directă de detecţie a hidrocarburilor şi a variaţiilor de facies), astfel ajungîndu-se teoretic la o probabilitate de succes a explorării apropiată de unitate.

2. Fapte experimentale privind detecţia directă şi observaţii generale

2.1. În anul 1966, Dickmann şi Wierczeyko au observat că în cazul unor seismograme, energia s-a mărit substanţial pe canalele depărtate (contrar aşteptărilor) deasupra unui rezervor artificial de gaze al Companiei Ruhrgas. În lucrările seismice efectuate deasupra aceleiaşi structuri înainte de injectarea gazelor nu s-a observat acest fenomen.

2.2. În anul 1973, s-a observat că un număr de companii petroliere (Shell şi Mobil Oil) au dorit cu orice preţ să concesioneze un perimetru din Golful Mexic, deşi alţi competitori judecînd pe un material seismic prelucrat clasic nu au luat în seamă acel perimetru. Acest fapt a condus la apariţia unei bănuieli că unele companii petroliere cunosc mai mult despre o zonă dată, prin valorificarea superioară a aceloraşi date seismice iniţiale prin prelucrarea acestora în cadrul unor concepţii noi de prelucrare.

2.3. Din ultima parte a anului 1973, tehnologia Bright Spot este larg răspîndită pe mare şi uscat în Golful Mexic, Nigeria, Indonezia etc., respectiv în interiorul continentului american, în vestul continentului european etc.

2.4. În octombrie 1973, s-a ţinut primul simpozion cu tema „Detecţia directă a hidrocarburilor prin seismică" la Houston — Texas.

2.5. La mitingul geofizicienilor americani SEG din noiembrie 1974 de la Dallas—Texas s-a

*) Lucrare susţinută la simpozionul **Capcane subtile cu hidrocarburi**, Bucureşti, 2—3 aprilie 1975.

organizat o secţie specială pentru tema „Direct hydrocarbon detection" în cadrul căreia s-au prezentat 14 lucrări cu acest subiect.

2.6. În 1971 la cel de al VIII-lea Congres Mondial al Petrolului s-au prezentat lucrări cu rezultate din care se constată posibilitatea practică de determinare a variaţiilor litologice prin prelucrarea matematică a înregistrărilor seismice.

Aceste informaţii sumare găsite ca anunţuri sau reclame în literatura de specialitate, fără îndoială, nu explică elementele fundamentale pe care se bazează noua tehnologie, dar atrag atenţia asupra unor posibilităţi noi de lucru cu eficienţă mare. De aceea în cele ce urmează se va încerca analiza cantitativă simplificată a problemei detecţiei directe a hidrocarburilor şi a variaţiilor de facies pe baza datelor seismice în vederea scoaterii în evidenţă atît a factorilor responsabili pe care se bazează detecţia directă, cît şi a cerinţelor şi principiilor colectării, prelucrării şi interpretării informaţiilor.

3. Formularea generală a problemei

Un strat poros S este delimitat de două medii impermeabile identice sau diferite în partea superioară şi inferioară şi are volumul poros partiţionat „orizontal" prin saturaţia cu fluide diferite sub condiţiile :

$$S = \bigcup_{i=1}^{n} S_{fi},\ S_{fi} \cap S_{fj} = \Phi \text{ pt} \cdot i \neq j$$

unde S_{fi} = domeniul din S saturat cu fluidul *fi*. Să se localizeze domeniul saturat cu fluidul *fi* pe baza datelor geofizice.

Pentru rezolvarea acestei probleme trebuie să analizăm toţi factorii care participă la individualizarea domeniilor S_{fi} şi care sînt sesizabili prin unele atribute măsurabile ale prospecţiunii geofizice. Evident, un strat dintr-o succesiune sedimentară (pe care îl numim vectorul S) este caracterizat prin multe constante de material pe care le vom numi componentele vectorului S. Astfel, aceste componente pot fi : culoarea, compoziţia chimică a matricei, densitatea matricei, rezistivitatea, susceptibilitatea magnetică, viteza de propagare a undelor elastice, atenuarea pe unitatea de lungime la o anumită frecvenţă a energiei elastice care se propagă, densitatea fluidului din pori, viteza de propagare a undelor elastice în fluidul care saturează porii, adîncimea la care se află, grosimea, granulaţia etc.

Aşa cum este cunoscut, unele componente ale vectorului S sînt sesizabile în cadrul unei metode geofizice, iar altele nu. De exemplu, variaţia susceptibilităţii magnetice a lui S poate influenţa variaţia cîmpului magnetic, dar nu este sesizată în nici un fel de metoda seismică, în timp ce atenuarea energiei elastice poate fi determinată din datele seismice, dar cîmpul magnetic este independent de variaţiile acesteia etc. Cu alte cuvinte, putem spune că atunci cînd lucrăm cu o metodă geofizică dată lucrăm într-o proiecţie dată.

În cele ce urmează vom restrînge analiza numai la acele componente care se păstrează după proiectarea în „spaţiul metodei seismice" şi la cazul în care mediul poros este saturat cu două fluide : apă şi gaze.

În acest caz :

$$S_{fi} = S_{apă};\ S_{fj} = S_{gaze} \text{ şi } S = S_{apă} \cup S_{gaze}$$

iar vectorul S are componentele :

- viteza matricei V_r ;
- viteza fluidului din pori V_f ;
- porozitatea p ;
- densitatea matricei δ_r ;
- densitatea fluidului din pori δ_f ;
- coeficientul de reflecţie de la limita superioară r ;
- spectrul semnalului reflectat Ω ;
- atenuarea energiei elastice a ;

sau, concentrat :

$$S\,(V_r,\ V_f,\ p,\ \delta_r,\ \delta_f,\ r,\ \Omega,\ a).$$

Deoarece aceste componente sînt „simţite" de prospecţiunea seismică, în cele ce urmează vom prezenta o estimare cantitativă a influenţei variaţiei acestora asupra mărimilor cîmpului undelor elastice reflectate.

4. Estimarea cantitativă a influenţei saturaţiei cu fluide diferite asupra unor componente ale vectorului S

4.1. *Viteza de propagare.* Un mediu poros cu porozitatea p (cu pori uniform distribuiţi) a cărui matrice are viteza V_r poate fi saturat cu apă ($V_f \cong 1\,500$ m/s) sau cu gaze ($V_f \cong 340$ m/s).

În acest caz, viteza mediului poros, cu porozitatea p, saturat cu un fluid oarecare cu viteza V_f este dată de relaţia :

$$\frac{1}{V_{r+f}} = \frac{1-p}{V_r} + \frac{p}{V_f}. \qquad (1)$$

După înlocuirile numerice în cazul unei porozităţi $p = 0{,}2$ raportul dintre viteza de propagare în acest mediu saturat cu gaze şi viteza aceluiaşi mediu saturat cu apă este dat de relaţia :

$$\frac{V_{r+g}}{V_{r+a}} = 0{,}227 + \frac{315\,384}{300\,V_r + 408\,000} \qquad (2)$$

reprezentată grafic în figura 1.

Din analiza de la punctul 4.1. se desprinde concluzia practică că același mediu oferă undelor elastice o viteză de propagare de circa două ori mai mică dacă porii sînt saturați cu gaze,

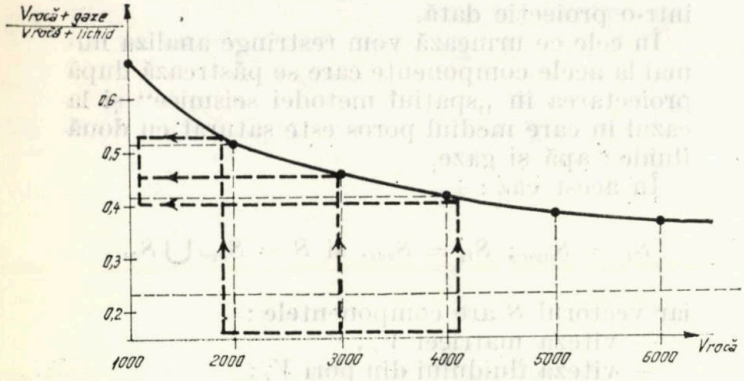


Fig. 1. Variația raportului $\frac{V_{rocă+gaze}}{V_{rocă+lichid}}$ pentru un mediu poros cu $p = 0{,}2$.

adică $V_{rocă+gaze} \cong 0{,}45\ V_{rocă+apă}$ independent practic de „viteza uzuală a matricei".

4.2. *Densitatea.* Un mediu poros cu porozitatea $p = 0{,}2$ (cu pori uniform distribuiți) a cărui matrice are densitatea δ_r poate fi saturat cu apă ($\delta_f = 1$) sau cu gaze ($\delta_f \approx 0{,}001$).
În acest caz densitatea mediului poros este dată de relația :

$$\delta_{r+f} = \delta_r (1 - p) + \delta_f \cdot p. \tag{3}$$

După înlocuirile numerice și simple transformări, raportul dintre densitatea acestui mediu saturat cu gaze și densitatea aceluiași mediu saturat cu apă este dat de relația :

$$\frac{\delta_{r+g}}{\delta_{r+a}} = 1 - \frac{1}{4\,\delta_r + 1} \tag{4}$$

reprezentată grafic în figura 2.

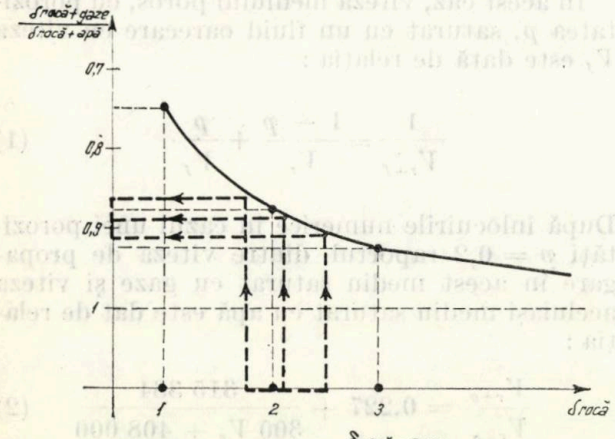


Fig. 2. Variația raportului $\frac{\delta_{rocă+gaze}}{\delta_{rocă+apă}}$ pentru un mediu poros cu $p = 0{,}2$.

Din analiza de la punctul 4.2 se desprinde concluzia că același mediu saturat cu gaze are o densitate mai mică cu circa 10 % decît dacă porii sînt umpluți cu apă, adică $\delta_{r+g} \cong 0{,}9\ \delta_{r+a}$.

4.3. *Coeficientul de reflecție.* La interfața a două medii în cadrul unor simplificări pe care nu le discutăm aici, undele elastice sînt reflectate proporțional cu coeficientul de reflecție r dat de relația :

$$r = \frac{V_2 \delta_2 - V_1 \delta_1}{V_2 \delta_2 + V_1 \delta_1}. \tag{5}$$

Dacă acoperișul stratului poros este un mediu impermeabil cu viteza V_1 și densitatea δ_1, atunci modificarea proprietăților fluidului conținut în porii mediului S va provoca o variație a mărimii r.

În cele ce urmează vom analiza variația raportului dintre coeficientul de reflecție cînd mediul poros este saturat cu apă și cînd este saturat cu gaze

$$\frac{r_{r+a}}{r_{r+g}} = \frac{V_2 \delta_2 - V_1 \delta_1}{V_2 \delta_2 + V_1 \delta_1} \cdot \frac{kV_2 \delta_2 + V_1 \delta_1}{kV_2 \delta_2 - V_1 \delta_1} = 1 + \frac{2\,(1 - k)\, V_1 V_2 \delta_1 \delta_2}{kV_2^2 \delta_2^2 - V_1 V_2 \delta_1 \delta_2 (1 - k) - V_1^2 \delta_1^2}. \tag{6}$$

În relația 6 mărimea k reprezintă coeficientul de variație a impedanței acustice a unui mediu poros, funcție de proprietățile fizice ale fluidului din pori.

Din concluziile de la punctele 4.1 și 4.2 rezultă că valoarea lui $k = 0{,}45 \times 0{,}9 \approx 0{,}4$.

După înlocuiri numerice și simple transformări relația 6 devine :

$$\frac{r_{r+a}}{r_{r+g}} = 1 + \frac{3 \dfrac{\delta_2 V_2}{\delta_1 V_1}}{\dfrac{\delta_2^2 V_2^2}{\delta_1^2 V_1^2} - 1{,}5 \dfrac{\delta_2 V_2}{\delta_1 V_1} - 2{,}5}. \tag{7}$$

Relația 6 arată sintetic unul din factorii care determină mutația de la „seismica metodă indirectă" (era geometrică a seismicii) la „seismica metodă directă" (era litologică).

În cazul clasic cînd înregistrarea și prelucrarea nu putea sau nu era interesată în conservarea și utilizarea variației amplitudinii undelor reflectate se lucrează admițînd apriori că mărimea $k = 1$. (Această situație este inevitabilă dacă se lucrează cu aparatura analogică).

Figura 3 arată reprezentarea grafică a relației 7 și permite separarea cîtorva domenii în care raportul $\frac{r_{r+a}}{r_{r+g}}$ este pozitiv și subunitar sau negativ sub și supraunitar.

Se observă clar dependența amplitudinii reflecțiilor de natura fluidului care saturează porii pentru o gamă foarte largă a raportului impedanțelor acustice ale mediului poros și mediului acoperitor.

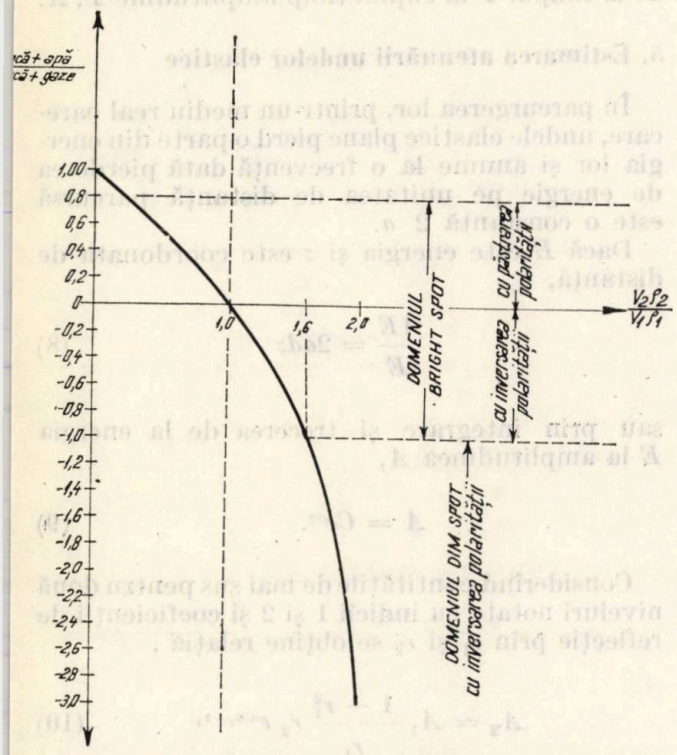


Fig. 3. Variația raportului $\frac{\text{roc\u0103+ap\u0103}}{\text{roc\u0103+gaze}}$ cu raportul impedanțelor acustice.

Astfel identificăm :

a. Un domeniu în care amplitudinea undelor reflectate înregistrate în zona cu gaze este de aceeași polaritate, dar de cîteva ori mai mare față de zona cu apă (Bright Spot cu păstrarea polarității).

b. Un domeniu în care amplitudinile undelor reflectate înregistrate din zona cu gaze este de polaritate opusă dar de cîteva ori mai mare față de zona cu apă (Bright Spot cu inversarea polarității).

c. Un domeniu în care amplitudinile undelor reflectate înregistrate din zona cu gaze sînt mai mici de cîteva ori decît în zona de apă, dar de polaritate opusă. (Dim Spot cu inversarea polarității).

Observații. În general vorbind, cazul *b* este de așteptat în zonele în care secțiunea de viteză și densitate are creșteri relativ lente cu adîncimea (terțiar), iar cazul *c* este de așteptat în zonele în care secțiunea de viteza și densitate prezintă creșteri foarte mari Mezozoic+Paleozoic.

Analiza figurii 3 permite extragerea legilor de interpretare a seismicii metodă directă de detectare a hidrocarburilor sau mai general de detectare a variațiilor litologice dacă legi asemănătoare sînt găsite pentru alte valori ale coeficientului de variație a impedanței acustice în interiorul unui mediu.

În figurile 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 sînt redate schematic cîteva exemple de comportare a amplitudinilor undelor seismice la trecerea dintr-o zonă saturată cu apă la o zonă saturată cu gaze pentru toate cazurile de rapoarte ale impedanței acustice $\frac{\delta_2 V_2}{\delta_1 V_1}$.

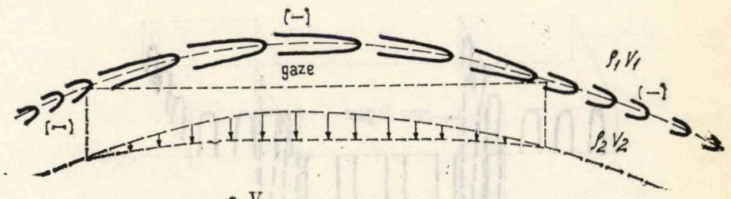


Fig. 4. Cazul $\frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} < 1$ (Bright Spot fără inversiune de semn).

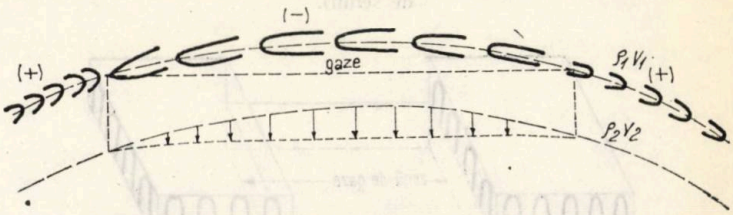


Fig. 5. Cazul $1 < \frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} < 1{,}6$ (Bright Spot cu inversiune de semn).

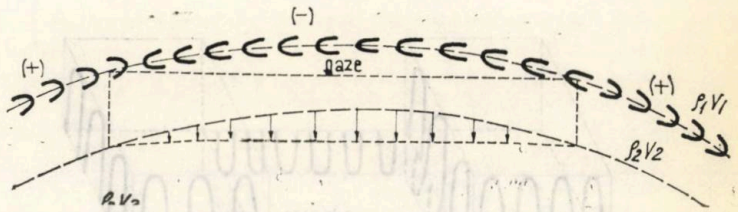


Fig. 6. Cazul $\frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} = 1{,}6$ amplitudini egale cu semn contrar (Bright Spot = Dim Spot),

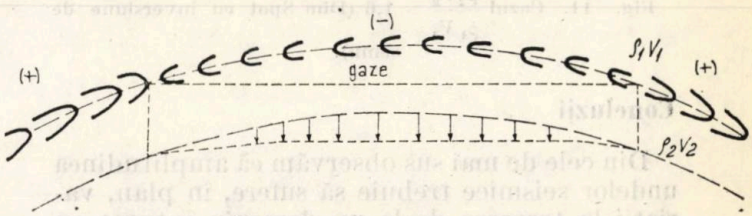


Fig. 7. Cazul $\frac{V_2 \rho_2}{V_1 \rho_1} > 1{,}6$ (Dim Spot cu inversiune de semn).

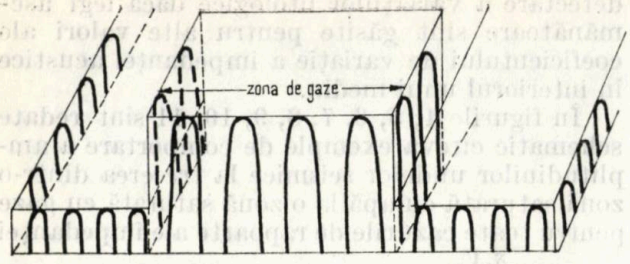


Fig. 8. Cazul $\frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} < 1$ (Bright Spot fără inversiune de semn).

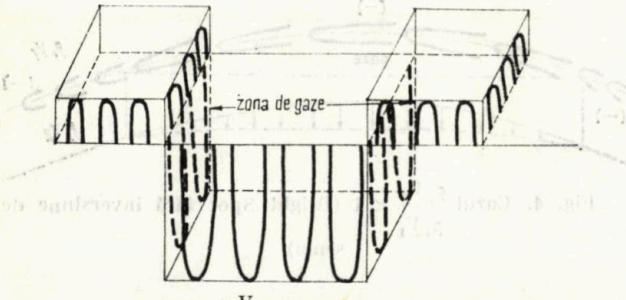


Fig. 9. Cazul $1 < \frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} < 1{,}6$ (Bright Spot cu inversiune de semn).

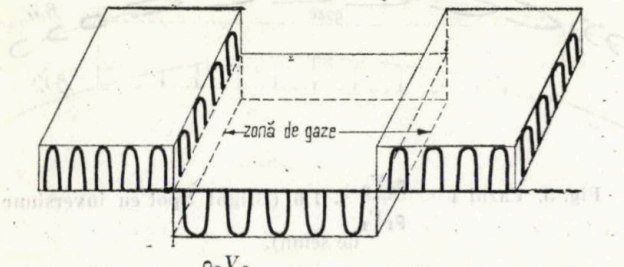


Fig. 10. Cazul $\frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} = 1{,}6$ (Cazul limită între Bright Spot și Dim Spot).

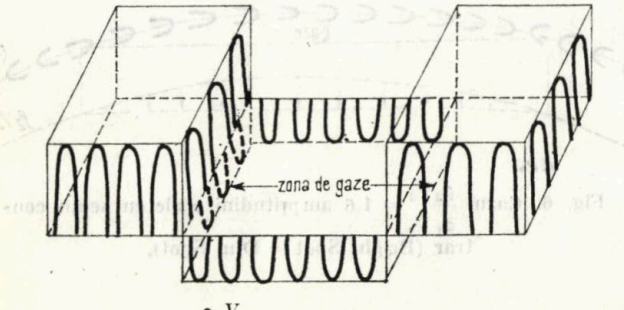


Fig. 11. Cazul $\frac{\rho_2 V_2}{\rho_1 V_1} > 1{,}6$ (Dim Spot cu inversiune de semn).

Concluzii

Din cele de mai sus observăm că amplitudinea undelor seismice trebuie să sufere, în plan, variații la trecerea de la un domeniu saturat cu apă la un domeniu saturat cu gaze. Deoarece această variație este posibil de pus în evidență, trebuie să fie utilizată în lucrările practice. Această posibilitate de evaluare a variației amplitudinii undelor în termenii conținutului fluidului din pori constituie o dimensiune nouă care completează spațiul sărac al interpretatorului de la timpul T la cuplul timp-amplitudine T, A.

5. Estimarea atenuării undelor elastice

În parcurgerea lor, printr-un mediu real oarecare, undele elastice plane pierd o parte din energia lor și anume la o frecvență dată pierderea de energie pe unitatea de distanță parcursă este o constantă 2 a.

Dacă E este energia și z este coordonata de distanță,

$$\frac{dE}{E} = 2a dz \tag{8}$$

sau prin integrare și trecerea de la energia E la amplitudinea A,

$$A = Ce^{az}. \tag{9}$$

Considerînd cantitățile de mai sus pentru două niveluri notate cu indicii 1 și 2 și coeficienții de reflecție prin r_1 și r_2 se obține relația :

$$A_2 = A_1 \frac{1 - r_1^2}{r_1} r_2 e^{a(z_2 - z_1)} \tag{10}$$

sau rezolvînd pentru

$$a = \frac{1}{z_2 - z_1}\left\{\ln\left(\frac{A_2}{A_1}\right) - \ln\left[(1 - r_1^2)\frac{r_2}{r_1}\right]\right\} \tag{11}$$

unde A_1, A_2 sînt amplitudinile observate și z_1, z_2 pot fi calculate din timpii de reflecție și viteza de propagare, iar r_1 și r_2 pot fi estimați din vitezele de interval.

Astfel se poate determina coeficientul a care poate fi o măsură a variațiilor litologice.

Măsurătorile de atenuare deduse din seismica de reflecție au arătat că sînt sensibile la variații de ordinul a 10% ale raportului nisip/argilă.

În figurile 12 și 13 sînt arătate spre exemplificare corelațiile dintre factorii de atenuare și grosimea efectivă a nisipului pentru structura Beer Nose-California.

Estimarea de la punctul 5 ne arată că este posibil să completăm cuplul T, A și cu dimensiunea atenuare a, integrînd astfel spațiul de judecată al interpretatorului la tripletul T, A, a.

Astfel, dacă seismica clasică spunea *unde* ar fi posibil să se găsească ceva, seismica modernă completează tabloul răspunzînd și la întrebarea *ce* anume se poate găsi prin utilizarea

noilor „măsuri" despre conținutul porilor A și despre natura litologică a mediului a oferite de seismica lito-stratigrafică.

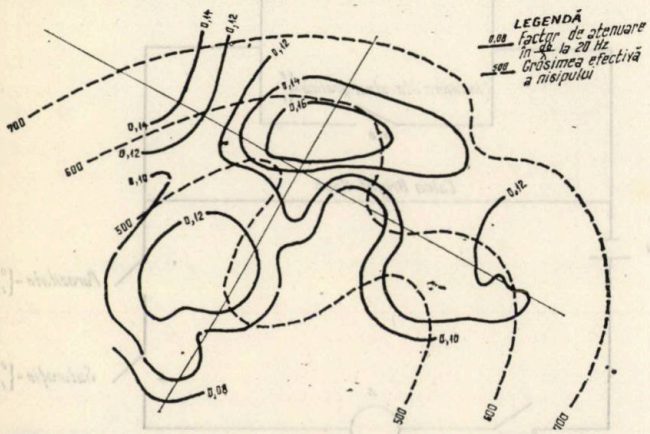


Fig. 12. Corelația între factorul de atenuare și grosimea efectivă a nisipului din stratul nr. 1 al structurii Beer Nose California.

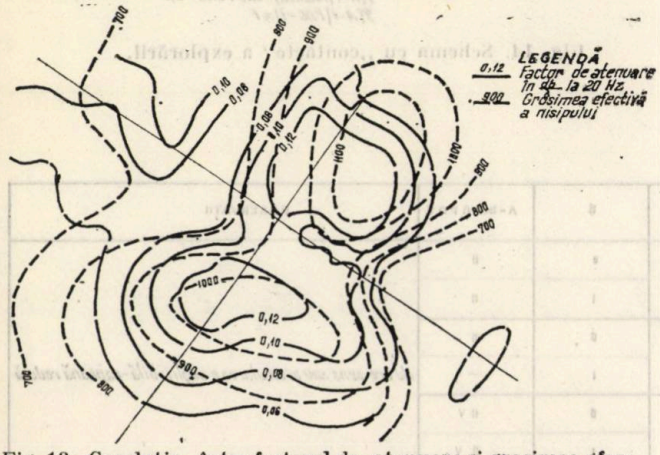


Fig. 13. Corelația între factorul de atenuare și grosimea efectivă a nisipului din stratul nr. 3 al structurii Beer Nose California.

6. Estimarea influenței conținutului porilor și a variațiilor litologice asupra spectrului semnalului în cazul rezervoarelor de grosime mică

Dacă limita superioară a unui mediu poros reflectă un semnal notat analitic în domeniul timpului cu $s(t)$ și limita inferioară a acestui mediu reflectă semnalul $r_2 s\left(t - \frac{\Delta h}{V_{r+f}}\right)$ neglijînd reverberațiile interne și atenuarea, atunci semnalul înregistrat va avea o formă proporțională cu suma :

$$\underset{\Sigma}{s(t)} = r_1 s(t) + r_2\, s\left(t - \frac{\Delta h}{V_{r+f}}\right) \qquad (12)$$

unde :

— r_1 și r_2 sînt coeficienții de reflecție ai limitei superioare respectiv inferioare ai mediului poros ;
— $s(t)$ este forma semnalului reflectat ;
— Δh — grosimea mediului poros ;
— V_{r+f} — viteza de propagare în mediul poros saturat cu fluidul f ;
— $\underset{\Sigma}{s(t)}$ — forma semnalului recepționat.

Aplicînd transformarea Fourier asupra relației (12) obținem

$$\underset{\Sigma_{r+f}}{S(\omega)} = r_1 s(\omega) + r_2 s\,(\omega) e^{-j\omega \frac{\Delta h}{V_{r+f}}} \qquad (13)$$

sau

$$\underset{\Sigma_{r+f}}{S(\omega)} = \frac{1}{r_2} s(\omega)\left[\frac{r_1}{r_2} + e^{-j\omega \frac{\Delta h}{V_{r+f}}}\right]. \qquad (14)$$

Relația care dă raportul spectrelor în cazul în care mediul poros este saturat cu apă și în cazul în care mediul poros este saturat cu gaze este :

$$\Omega_{\frac{a}{g}} = \frac{\underset{\Sigma_{r+a}}{S(\omega)}}{\underset{\Sigma_{r+g}}{S(\omega)}} \cong \frac{c_1 + e^{-j\omega \frac{\Delta h}{V_{r+a}}}}{c_2 + e^{-j\omega \frac{\Delta h}{0.45 V_{r+g}}}} \qquad (15)$$

și ne dezvăluie faptul că la trecerea de la zona saturată cu apă la zona saturată cu gaze se produc modificări ale mărimii $\Omega_{\frac{a}{g}}$. Acest raport constituie o nouă măsură oferită de seismică pentru evaluarea conținutului sau a variației de facies.

Constatăm că spațiul de lucru al interpretatorului s-a completat de la spațiul unidimensional T al seismicii geometrice la spațiul 4-dimensional (T, A, a, $\Omega_{\frac{a}{g}}$) oferit de seismica litostratigrafică.

Măsura Ω ne poate permite să punem în evidență acumulări în strate poroase foarte subțiri care nu puteau fi evidențiate cu metoda seismică clasică.

7. Cerințe pentru tehnologia de teren, tehnologia de prelucrare și interpretare

După analiza cantitativă de la punctele 4,5,6 observăm că este posibil ca metoda seismică să ofere noi „măsuri" care completează „măsura geometrică" T cu „măsurile litologice A, a, Ω.

Evident acest salt nu se poate face de la sine, ci cu eforturi și cu adaptări la cerințele noi.

Astfel, în lucrările de colectare a datelor de teren trebuie asigurată o precizie mărită în utilizarea receptorilor, creșterea atenuării perturbațiilor coerente și necoerente și mărirea numărului de canale și de receptori pe canal.

Tehnologia de prelucrare trebuie să dispună de putere de calcul suficientă, să asigure conservarea variațiilor laterale de amplitudine în

procesul prelucrării şi să introducă tehnici suplimentare pentru extragerea tuturor informaţiilor conţinute în semnalele seismice, să estimeze profiluri verticale pseudoacustice din datele seismice, să asigure o estimare mai bună a măsurătorilor de viteză şi atenuărilor. De asemenea este necesară extinderea modelărilor structurale şi de amplitudine.

Interpretarea rezultatelor tehnologiei moderne a prelucrării va trebui făcută asupra componentei geometrice T şi extinsă şi asupra componentelor litologice A, a, Ω.

Importanţa economică a aplicării tehnologiei noi de colectare, prelucrare şi interpretare pe de o parte, volumul lucrărilor şi complexitatea pregătirii profesionale necesare pe de altă parte, ridică importante probleme legate de capacitatea de calcul şi de personal, şi este imperativă găsirea unei soluţii efective.

ANEXA I

În această parte vom prezenta schematic rezultatele analizei unor factori ai explorării, prin aplicarea unor concepte de algebră Booleană şi probabilitate (fig. 14, 15, 16, 17, 18). Notaţiile din figuri au următoarea semnificaţie:

INS — variabila binară pentru „închidere structurală";
ILS — variabila binară pentru „închidere lito-stratigrafică";

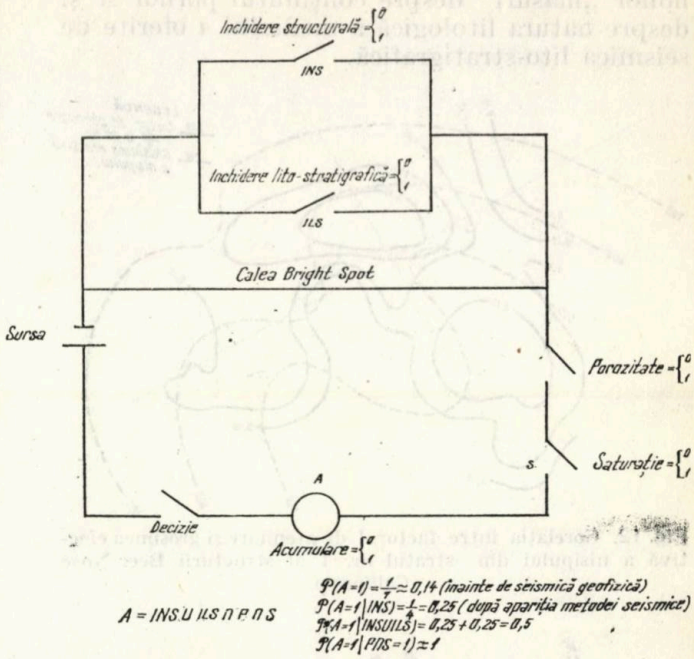


Fig. 14. Schema cu „contacte" a explorării.

INS	P	S	A=INS∩P∩S	OBSERVAŢII
0	0	0	0	Nu are sens sau acumularea e neglijabilă-capcană redusă
		1	0	
	1	0	0	
		1	—	
1	0	0	0 ∨	
		1	0 ∨	
	1	0	0 ∨	
		1	1 ∨	

Fig. 15. Tabela de adevăr a explorării 1.

$P(A=1) = \frac{1}{7} \simeq 0,14$ → înainte de geofizică
$P(A|INS) = \frac{1}{4} = 0,25$

Observaţii: Aportul prospecţiunilor clasice (reducerea la jumătate a eşecurilor explorării cînd ne bazăm pe INS)

INS	ILS	P	S	A=INS∪ILS∩P∩S	OBSERVAŢII
0	0	0	0	0	Nu are sens sau acumulare neglijabilă
			1	0	
		1	0	0	
			1	—	
	1	0	0	0 ∨	
			1	0 ∨	
		1	0	0 ∨	
			1	1 ∨	
1	0	0	0	0 ∨	
			1	0 ∨	
		1	0	0 ∨	
			1	1 ∨	
	1	0	0	0 ∨	
			1	0 ∨	
		1	0	0 ∨	
			1	1 ∨	

Fig. 16. Tabela de adevăr a explorării 2.

$P(A=1|INS \cup ILS) \geq P(A=1|INS) \cup P(A=1|ILS) \geq \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = 0,5$

Observaţii: Probabilitatea de descoperire de acumulări cînd se iau în seamă INS ∪ ILS creşte de la 0,25 la 0,5 ceace obligă la cercetarea capcanelor litostratigrafice

P — variabila binară pentru „porozitate";
S — variabila binară pentru „saturație";
A — funcția binară de variabilele de mai sus pentru „acumulare";
U — conector logic „sau";
$\cap$ — conector logic „și",

„înfășurătoarea șanselor maxime" în cadrul acestor ipoteze teoretice.

În practică, chiar dacă ipoteza admisă este validă, sînt de așteptat valori mai mici ale acestor șanse.

Totuși figura 18 arată foarte clar tipul de dependență între șansele explorării și nivelul tehnologiei prelucrării. Este foarte

P	S	A = P ∩ S
0	0	0
	1	0
1	0	0
	1	1

$P(A=1 \mid P \cap S=1) \approx 1/1$

Observații: Noile metode de prelucrare a datelor seismice pot reduce substanțial riscul explorării și pot valorifica toate felurile de capcane

Fig. 17. Tabela de adevăr a explorării 3.

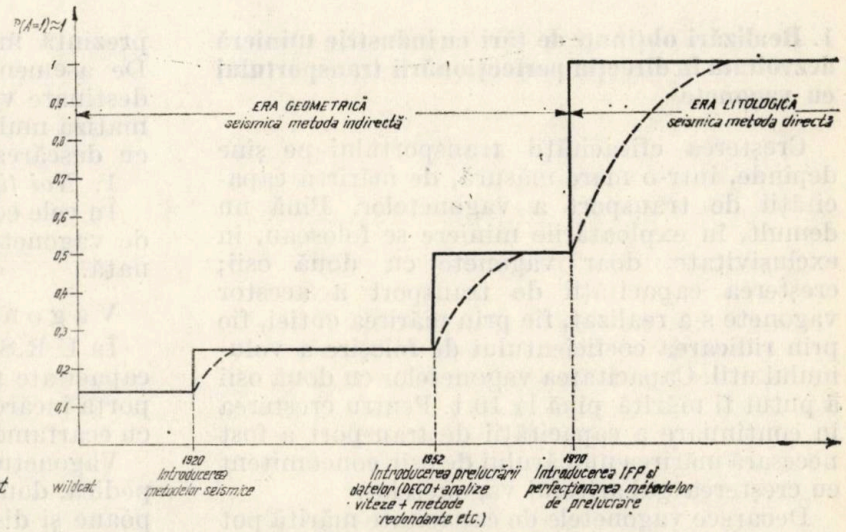


Fig. 18. O evaluare probabilistică teoretică a serviciilor aduse explorării de către prospecțiunea seismică, funcție de progresele acesteia.

$P(A=1/INS) = 1/4$ se citește „probabilitatea să existe acumulare, atunci cînd este închidere structurală, 1/4".

Probabilitățile au fost calculate în ipoteza simplificatoare:

INS = 1 are probabilitatea 1/2;
ILS = 1 are probabilitatea 1/2;
P = 1 are probabilitatea 1/2;
S = 1 are probabilitatea 1/2.

Este interesant de observat că o asemenea tratare permite o evaluare cantitativă a creșterii șanselor explorării, funcție de nivelul de dezvoltare tehnologică a prelucrării datelor seismice.

Evident că rezultatul absolut al acestei analize reprezentat în figura 18, depinde de ipotezele simplificatoare și constituie puțin probabil că se vor putea găsi cîndva acumulările de hidrocarburi cu probabilitatea 1 (eșec nul), dar este clar că șansele cresc mult dacă se utilizează în faza de decizie spațiul 4-dimensional T, A, a, Ω.

Bibliografie

[1] Bright Spot: *A progress report and look ahead*, World Oil vol. 178 nr. 5, aprilie 1974.
[2] From where? *To what?*, *The proceedings of the Eighth World*, Petroleum Congress, Moscova 1971.
[3] Bright Spot: *Better Seismological Indicators of Gas and Oil*, Science vol. 185, August 1974.
[4] Arthur M. Breipohl, John, Wiley. *Probabilistic Systems Analysis*, Sons. Inc. 1970 New York.
[5] *Probability, Random Variables and Stochastic Processes, Papoulis*, Mc Graw-Hill, 1965.

Ing. **Florea Carmen**
ICPMC Petroşani

Perfecţionarea transportului cu vagonete în subteran

1. Realizări obţinute de ţări cu industrie minieră dezvoltată în direcţia perfecţionării transportului cu vagonete

Creşterea eficacităţii transportului pe şine depinde, într-o mare măsură, de mărirea capacităţii de transport a vagonetelor. Pînă nu demult, în exploatările miniere se foloseau, în exclusivitate, doar vagonete cu două osii; creşterea capacităţii de transport a acestor vagonete s-a realizat, fie prin mărirea cutiei, fie prin ridicarea coeficientului de folosire a volumului util. Capacitatea vagonetelor cu două osii a putut fi mărită pînă la 10 t. Pentru creşterea în continuare a capacităţii de transport a fost necesară mărirea numărului de osii, concomitent cu creşterea gabaritului vagonetelor.

Deoarece vagonetele de capacitate mărită pot avea cutia fixă sau pot fi cu descărcare laterală, este important de precizat, de la început, avantajele şi dezavantajele ambelor tipuri.

Analizînd indicatorii economici realizaţi la o mină din U.R.S.S., unde s-au folosit vagonete cu descărcare laterală tip VO-10 şi vagonete cu cutie fixă tip VG-6, s-a ajuns la concluzia că vagonetele cu descărcare laterală prezintă o serie de dezavantaje şi anume :

— tara vagonetelor cu descărcare laterală este cu 65 % mai mare decît a celor cu cutie fixă, ceea ce determină un consum de energie electrică suplimentar ;

— numărul vagonetelor care alcătuiesc o garnitură este mai mare în cazul vagonetelor cu cutie fixă decît în cazul vagonetelor cu descărcare laterală, ceea ce conduce la creşterea productivităţii muncii mecanicului de locomotivă cu 28—30 %, în prima situaţie ;

— cheltuielile cu reparaţiile capitale şi curente sînt foarte ridicate pentru vagonetele cu descărcare laterală, deoarece în construcţia acestora intră un număr mare de piese în mişcare (pîrghii, articulaţii) care se uzează foarte repede ; de asemenea cheltuielile de amortizare sînt de două ori mai mari la vagonetele cu descărcare laterală ;

— timpul de descărcare a vagonetelor cu cutie fixă este cu mult mai mic decît cel necesar pentru vagonetele cu descărcare laterală ;

— vagonetele cu descărcare laterală prezintă şi neajunsul de a se deschide singure în timpul mersului, fiind necesară curăţirea continuă a liniilor de cale ferată, deci cheltuieli şi manoperă suplimentară.

Se poate admite, în concluzie, că transportul cu vagonete cu cutie fixă, la aceeaşi capacitate de încărcare, este mai eficient, mai ieftin şi prezintă mai multă siguranţă în funcţionare. De asemenea instalaţiile anexe de descărcare destinate vagonetelor cu cutie fixă se pot automatiza mult mai uşor decît cele ale vagonetelor cu descărcare laterală.

1. *Noi tipuri de vagonete de capacitate mărită*

În cele ce urmează vom arăta cîteva exemple de vagonete de mină de construcţie perfecţionată.

Vagonete cu cutie fixă

În U.R.S.S. a fost realizat vagonetul de mare capacitate tip 10 VG (fig. 1) care poate transporta încărcături pînă la 25 t, pentru linii ferate cu ecartamentele de 750 şi 900 mm.

Vagonetul se compune din cutie paralelipipedică, două boghiuri cu cîte două axe, tampoane şi dispozitive de cuplare.

Boghiurile permit o deplasare pe verticală, astfel încît vagonetul se poate înscrie cu uşurinţă în neregularităţile liniilor de cale ferată.

Suspensia cutiei este realizată de arcuri cilindrice.

Sistemul de tamponare şi cuplare cuprinde mai multe elemente : tamponul propriu-zis, arcurile, diferite piese de legătură şi dispozitivul de cuplare. Acesta din urmă permite descărcarea vagonetului în culbutoare rotative, fără a fi necesară decuplarea.

Culbutoarele rotative tip O.P.E.B. 5 permit trecerea locomotivei electrice prin ele, astfel

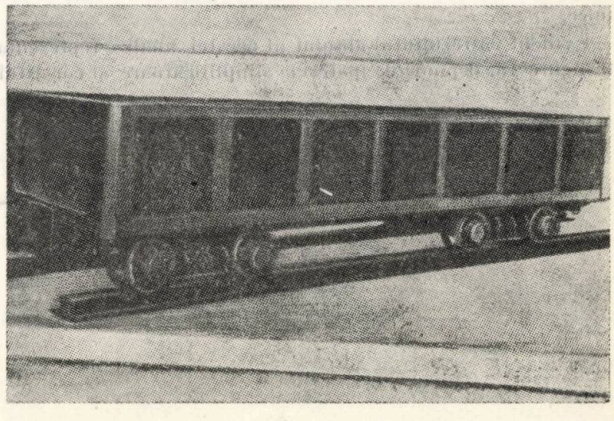


Fig. 1

încît durata operaţiilor de descărcare a vagonetelor este minimă.

Pentru tractarea garniturilor de vagonete tip 10 VG se utilizează locomotiva electrică KL-160 cu o greutate aderentă de 30 t.

În mina Mirgalimsai, din U.R.S.S., aceste vagonete au dat rezultate bune în condiţiile

unei căi ferate înclinate (0—7‰), avînd raze de curbură pînă la 15—25 m (ecartamentul 750 mm).

Un vagonet cu cutie fixă destul de răspîndit în minele de cărbuni și minereuri din U.R.S.S. este tipul UVG 4 (fig. 2), cu capacitatea de 4 m³, pentru o încărcătură maximă de 10 t. Prin soluția constructivă adoptată, acest vagonet prezintă siguranță în funcționare și durată de viață mărită datorită, mai ales, aplicării unor tratamente termice adecvate pieselor cu uzură ridicată.

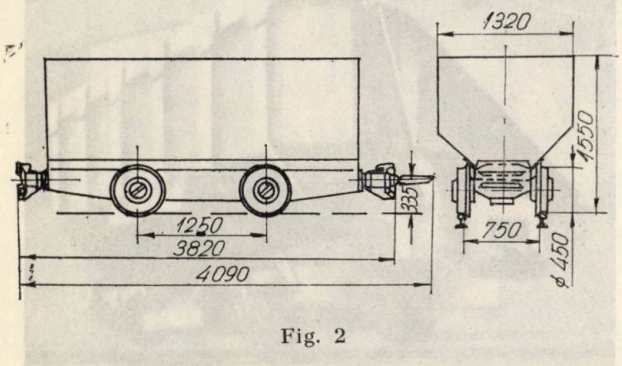


Fig. 2

Vagonete cu descărcare laterală

Firma GHH din R.F. Germania realizează diferite tipuri de vagonete cu descărcare laterală cu capacități pînă la 10 000 kg și chiar mai mult.

În figura 3 este redat un tip de vagonet cu basculare laterală avînd capacitatea de 6 000 l (7 500 kg). Pereții frontali ai cutiei sînt legați prin două țevi cu pereți groși, astfel încît fac

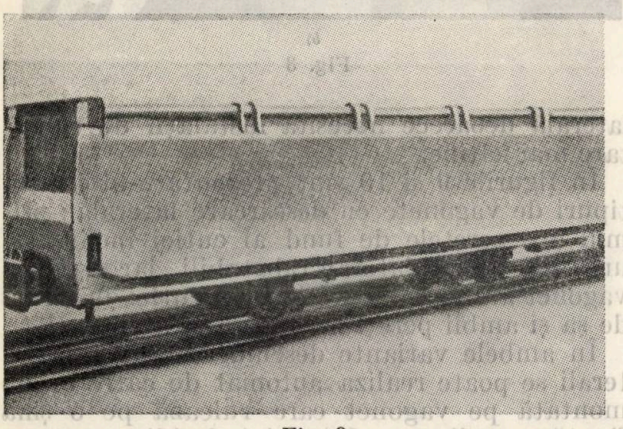


Fig. 3

posibilă deschiderea pereților laterali în timpul culbutării. Pereții laterali sînt prevăzuți la partea inferioară cu o piesă specială de zăvorîre care realizează închiderea la cursa de revenire a culbutorului.

Cutia vagonetului se sprijină pe lagăre cu rulmenți (cu role conice) prin intermediul unor arcuri cu foi prinse cu eclise.

Sistemul de cuplare, împreună cu tampoanele de formă specială, permit deplasări în plan orizontal, în curbe.

După descărcare, cutia vagonetului este curățată în mod automat cu ajutorul unui dispozitiv special care împiedică formare a prafului. Toată instalația de golire necesită doar un singur om de deservire.

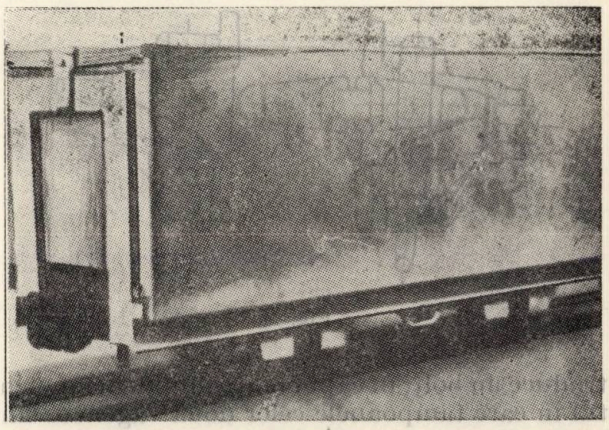


Fig. 4

Un alt tip de vagonet cu descărcare laterală realizat de firma G.H.H. cu o capacitate de 5 000 l are pereții laterali rabatabili. Pe pereții frontali sînt montați cîte doi tacheți care glisează pe o piesă sudată; în timpul basculării, ambii tacheți sînt ridicați de o piesă montată pe culbutor, astfel încît pereții laterali se deschid (fig. 5).

La cursa de revenire a culbutorului, pereții laterali se închid prin intermediul unor pene de zăvorîre montate la marginea inferioară a lor,

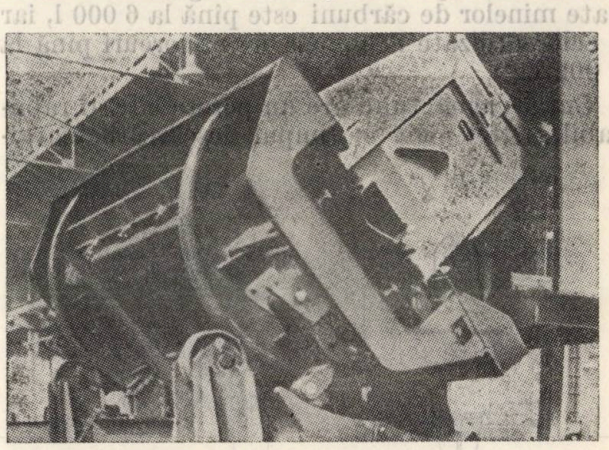


Fig. 5

astfel încît să se poată cupla la piesele corespunzătoare de pe șasiul vagonetului.

Suspensia cutiei este realizată cu arcuri spirale.

Pentru cuplarea și decuplarea vagonetelor cu descărcare laterală s-a conceput un sistem simplu și sigur (fig. 6).

Ochiul de cuplare propriu-zis al dispozitivului de cuplare a unui vagonet intră automat în tamponul vagonetului imediat următor și este reținut de o foaie de arc montată în interiorul acestuia. Pentru blocarea dispozitivului se introduce un bolț, în capul tamponului, în momentul în care tampoanele celor două vagonete sînt în contact; pentru decuplarea vagonetelor este necesară extragerea manuală a bolțului.

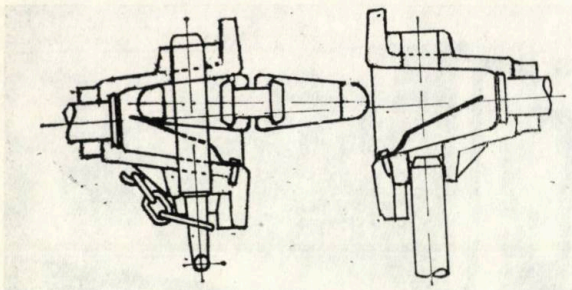


Fig. 6

În figura 7 este prezentat un sistem de cuplare automat cu care se echipează locomotivele de mină; operația de cuplare se produce automat, iar pentru decuplare se comandă (hidraulic sau pneumatic) un sistem de pîrghii care provoacă eliberarea elementului propriu-zis de cuplare.

Unul din tipurile de vagonete cu descărcare laterală, care a cunoscut o largă răspîndire în mai multe țări din Europa și S.U.A., este Granby, cu descărcare pe o singură parte (fig. 8, *a*). Domeniul de utilizare a acestui vagonet cuprinde, atît minele de cărbuni, cît și cele de minereuri; capacitatea cutiei vagonetelor destinate minelor de cărbuni este pînă la 6 000 l, iar a celor utilizate în minele de minereuri pînă la 7 000 l.

Cutia vagonetului are un perete lateral rabatabil, astfel încît în timpul descărcării marginea inferioară a peretelui ajunge la nivelul marginii superioare a cutiei și permite descărcarea unor bucăți mari de rocă. Așa cum se vede și în figura 8, *b*, dispozitivul de culbutare este simplu și constă, în principal din doi cilindri hidraulici sau pneumatici, care realizează înclinarea cutiei vagonetului în vederea descărcării.

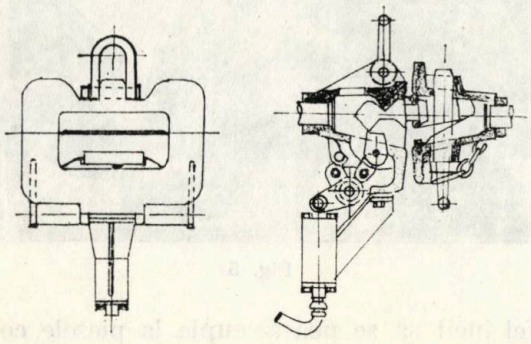
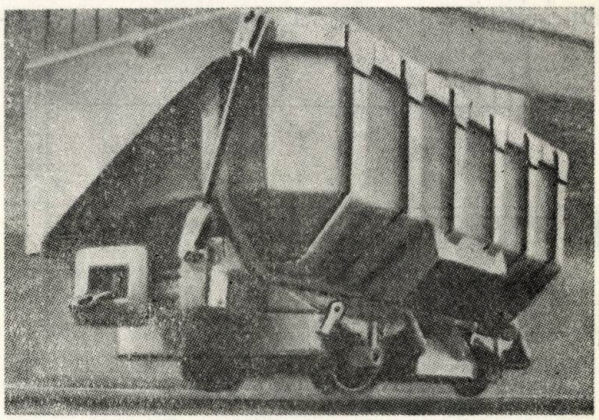
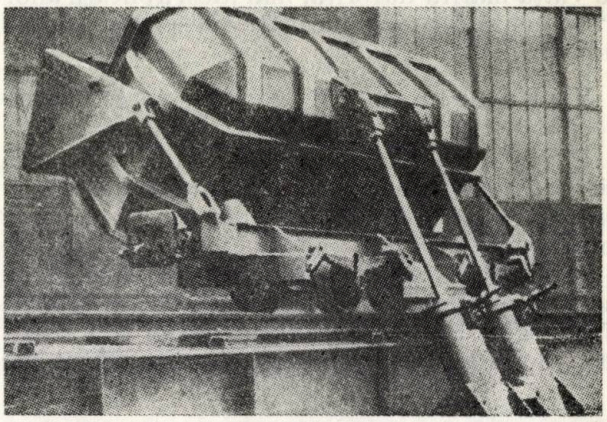


Fig. 7

Vagonetele tip Granby sînt mai economice decît celelalte tipuri de vagonete cu descărcare laterală deoarece necesită instalații de culbutare mai ieftine.



a)



b)

Fig. 8

În figurile 9 și 10 sînt prezentate alte două tipuri de vagonete cu descărcare laterală: primul are peretele de fund al cutiei înclinat și unul din pereții laterali rabatabili, iar al doilea vagonet are peretele de fund al cutiei în formă de șa și ambii pereți laterali rabatabili.

În ambele variante deschiderea pereților laterali se poate realiza automat de către o rolă montată pe vagonet care rulează pe o șină fixată pe culbutor, determinînd ridicarea pereților prin intermediul unui sistem de pîrghii. Vagonetul din figura 9 are cutia montată pe arcuri cu cauciuc și o capacitate de 3 200 l (5 500 kg). În minele din bazinul Ruhr se utilizează circa 1 100 bucăți din acest tip de vagonet.

În minele de minereuri care au galerii cu lățimea de 4,8 m se întîlnește vagonetul din figura 10, avînd capacitatea cutiei de 7 000 l

(10 000 kg) și timpul de descărcare de cîteva secunde.

Pentru toate vagonetele cu descărcare laterală rămîne valabil considerentul economic

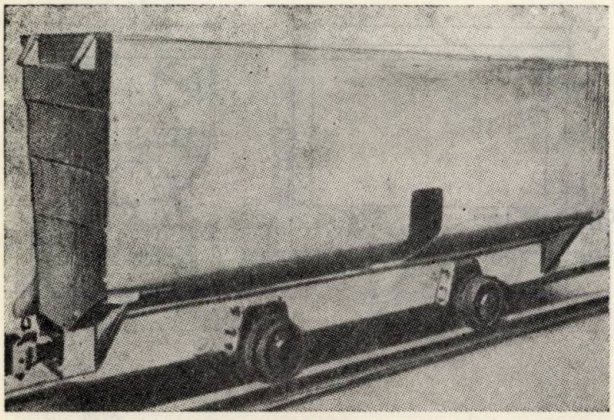


Fig. 9

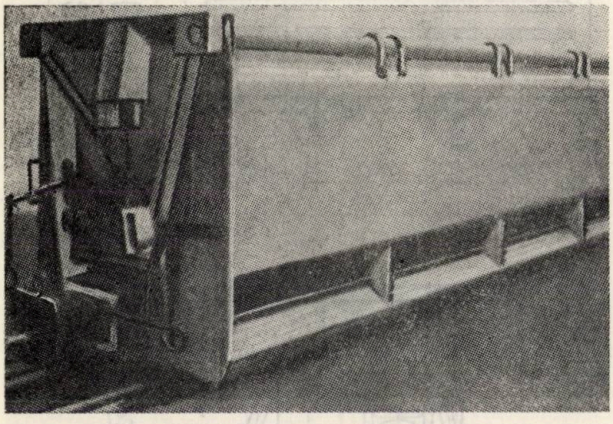


Fig. 10

conform căruia eficiența economică este cu atît mai ridicată cu cît capacitatea de încărcare a cutiilor este mai mare.

2. *Noi tipuri de locomotive de mină*

Locomotivele Diesel cu transmisie hidrostatică (sau mecanică) și cele cu troleu au cunoscut în ultimul deceniu o mare diversificare și perfecționare.

Ca exemplu menționăm locomotiva Diesel cu transmisie mecanică tip 2 D8 realizată în U.R.S.S. (fig. 11) destinată transportului principal și auxiliar în minele de minereuri. Greutatea aderentă a locomotivei este 8 t puterea de acționare 35 CP, viteza de deplasare avînd valorile : 4,9 ; 8,4 și 14,1 km/h.

Caroseria sudată a locomotivei adăpostește la un capăt cabina mecanicului, unde se află toate comenzile, iar la celălalt capăt, motorul Diesel, radiatorul și sistemul de răcire a gazelor de eșapament.

În partea din mijloc a șasiului este montată cutia de viteze, sistemul de frînare și nisiparele.

Părțile laterale ale capotei, ca și cabina mecanicului, sînt demontabile.

Transportul și păstrarea combustibilului se realizează cu ajutorul vagonetelor cisternă cu o capacitate de 800 l.

Experimentarea acestei locomotive în subteran s-a realizat în condițiile lucrărilor miniere

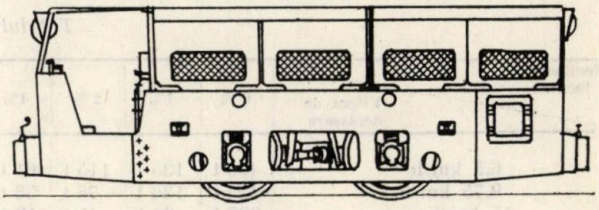


Fig. 11

de la o exploatare de plumb cu secțiunea liberă de 7,2 m^2 sau 10,2 m^2 ; garniturile transportate erau formate din 12 vagonete, avînd un volum util de 2,5 m^3 (4 t) și tara de 2,64 t.

În perioada de probe au fost transportate circa 52 000 tone kilometrice fără a se constata vreo defecțiune a locomotivei, ceea ce a determinat trecerea ulterioară la fabricație de serie a acestui utilaj.

Firma Hunslet din Anglia realizează două tipuri de locomotive Diesel, în construcție antideflagrantă, cu o greutate aderentă de 6 t și respectiv 15 t (fig. 12).

Locomotiva de 6 t aparține unei game mai largi de tipuri, produse de firma Hunslet, pentru ecartamente de 600 și 900 mm. Este echi-

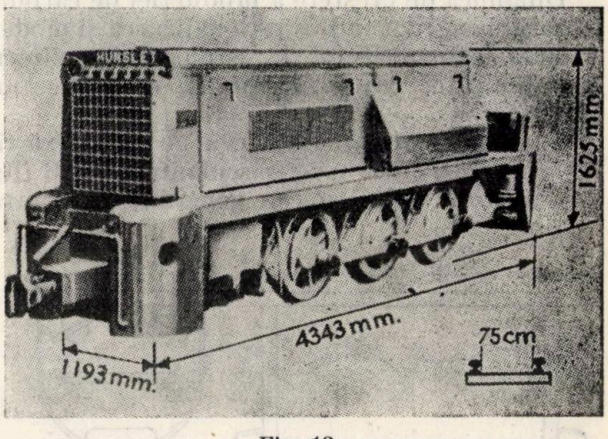


Fig. 12

pată cu transmisie hidraulică și motor Diesel tip Perkins, putînd dezvolta o forță de tracțiune de 1 650 kgf. Are o construcție simplă și siguranță mărită în funcționare, deoarece posibilitatea executării unor manevre false este eliminată prin existența unei comenzi unice pentru schimbările de direcție.

Din tabelul 1 se poate deduce valoarea încărcăturii maxime ce poate fi transportată de această locomotivă la diferite pante ale căii ferate și la diferite viteze.

Tabelul 1

Înclinarea lucrării / Viteza de deplasare	0 %	1 %	2%	4%
5 km/h	200 t	71 t	41 t	20 t
11,2 km/h	133 t	43 t	24 t	11 t

Tabelul 2

Înclinarea lucrării / Viteza de deplasare	0 %	1%	2 %	4%
6,5 km/h	435 t	135 t	115 t	61 t
9,75 km/h	425 t	136 t	78 t	38 t
15 km/h	272 t	85 t	45 t	19 t
23,5 km/h	170 t	50 t	24 t	6 t

Al doilea tip de locomotivă realizat de firma Hunslet poate atinge viteza de 25 km/h (tab. 2) și este dotată cu un dispozitiv special de eșapare a gazelor.

În minele din bazinul Lorena (Franța) se utilizează locomotive electrice cu troleu avînd corpul format din subansamble articulate, cu o greutate totală de 30 — 50 t.

Cu ajutorul acestor locomotive puternice (800 CP) se pot transporta garnituri de circa 300 t la viteze pînă la 30 km/h.

II. Perfecționarea transportului cu vagonete în R.S. România

Dinamica de creștere a producției de cărbune în țara noastră a impus raționalizarea și modernizarea transportului în exploatările miniere corespunzător capacității finale de exploatare a acestora.

Vagonetele actuale, atît cele cu cutie fixă tip VF (fig. 13), cît și cele basculante tip VB (fig. 14), a căror utilizare este generalizată în țară,

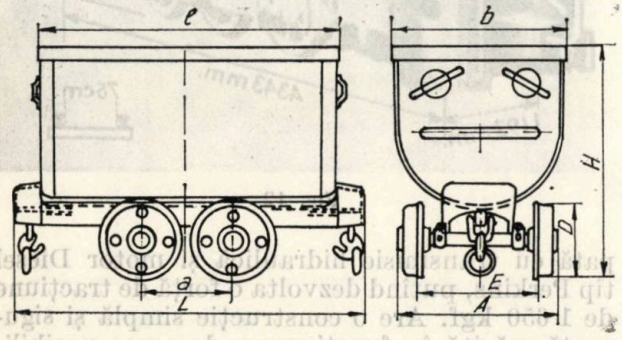


Fig. 13

au devenit nesatisfăcătoare ca urmare a capacității lor reduse de transport (1 m³ respectiv 0,6 m³).

Institutul de cercetări și proiectări miniere pentru cărbune din Petroșani a elaborat proiectul unui vagonet cu capacitate de 2 000 l și instalația de culbutare (fig. 15 *a* și *b*). În tabelul 3 sînt redate, comparativ, caracteristicile tehnice ale vagonetelor de 1 000 și 2 000 l.

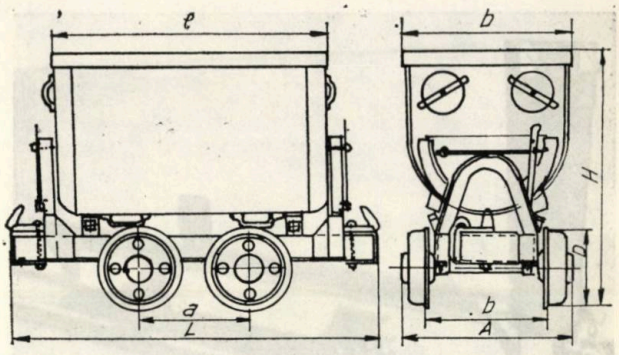


Fig. 14

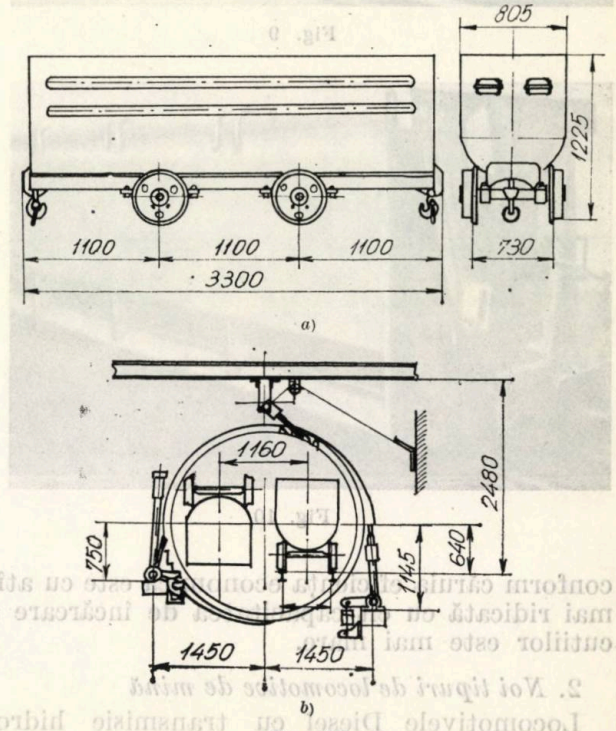


Fig. 15

Tabelul 3

Nr. crt.	Specificația	Vagonet 1 000 l	Vagonet 2 000 l
1	Capacitatea cutiei, l	1 030	2 000
2	Ecartamentul, mm	630	630
3	Dimensiuni de gabarit:		
	— lungime, mm	1 710	3 300
	— lățime, mm	805	805
	— înălțime, mm	1 225	1 225
4	Raza de curbură, minimă a căii ferate, m	5	8
5	Ampatamentul, mm	476	1 100
6	Raza roților, mm	1 875	1 875
7	Greutate proprie, kg	642	919
8	Greutatea încărcăturii, kg cărbune	1 030	2 050
9	Coeficientul de tară	0,623	0,442

În construcția acestui vagonet s-au păstrat o serie de elemente din componența vechiului tip VF, din mai multe considerente :

— păstrarea trenului de roți permite frînarea pe traseu cu ajutorul actualelor sisteme de frînare care acționează pe bandajul roților ;

— tampoanele și dispozitivele de cuplare se păstrează cu scopul de a se putea forma garnituri mixte din vagonete de 1 000 l și 2 000 l ;

— lățimea vagonetului (805 mm) a fost menținută deoarece, la rîndul ei, este limitată de lățimea coliviilor de extracție existente.

Pentru descărcarea vagonetelor cu capacitate mărită s-a conceput și realizat un culbutor dublu semiautomat acționat pneumatic (fig. 15 *b*).

Corpul de rotire a culbutorului — partea cea mai importantă a instalației — a fost executat într-o concepție originală, ținîndu-se seama de o serie de condiții impuse :

— posibilitatea de încărcare și oprire în corpul culbutorului a unui vagonet de 2 000 l sau a două vagonete de 1 000 l ;

— corpul de rotire, format din elemente demontabile cu dimensiuni de gabarit și greutate redusă, face posibil transportul lor, fără dificultăți în subteran ;

— prevederea a două frîne cu bandă și a patru opritori (came) pe scheletul corpului de rotire, cu ajutorul cărora se poate realiza oprirea automată a culbutorului.

Cele două frîne cu bandă, aplicate pe inelele exterioare ale corpului de rotire, sînt acționate simultan de către un cilindru pneumatic ; comanda automată a cilindrilor este realizată de camele montate pe corpul de rotire, prin intermediul cărora se schimbă poziția ventilului de alimentare cu aer comprimat a cilindrilor. Frînarea se produce în a doua jumătate a cursei corpului de rotire, pentru a se evita șocurile.

Pentru introducerea vagonetelor în culbutor se utilizează o instalație specială compusă din cilindru pneumatic cu cursă de 3 000 mm și opritor pentru vagonete montat în fața culbutorului. În anul 1971, un lot experimental de vagonete cu capacitate mărită a fost introdus în subteran la E.M. Lonea orizontul 400, pe un traseu cu lungimea totală de 2 800 m (la o cursă completă dus-întors).

Traseul cuprindea cinci curbe, toate cu raze mai mari de 25 m (panta căii ferate nu a depășit valoarea de 12 ‰).

Stabilitatea longitudinală a vagonetului gol sau încărcat la un capăt, fiind mai mare, comparativ cu aceea a vagonetelor de 1 000 l, (forța de răsturnare a vagonetului gol de 2 000 l este 485 kg față de 271 kg cît este la vagonetul de 1 000 l) explică numărul mic de deraieri semnalate cu ocazia experimentării.

Fiind tractat în trenuri combinate cu vagonete de 1 000 l, componența transversală a forței de tracțiune (reprezintă 32,7 % din forța de tracțiune) ar fi fost de așteptat să influențeze negativ stabilitatea transversală a vagonetului fapt ce nu s-a produs decît pe porțiunile de cale ferată în stare necorespunzătoare (denivelări între șine).

În perioada de experimentare s-au parcurs 180 km, tot lotul de vagonete avînd o comportare corespunzătoare.

În țară se produc vagonete cu descărcare laterală, tip VA-3, destinate transportului de materiale în subteran și la suprafață (fig. 16, *a*, *b*). Caracteristicile tehnice ale acestui vagonet

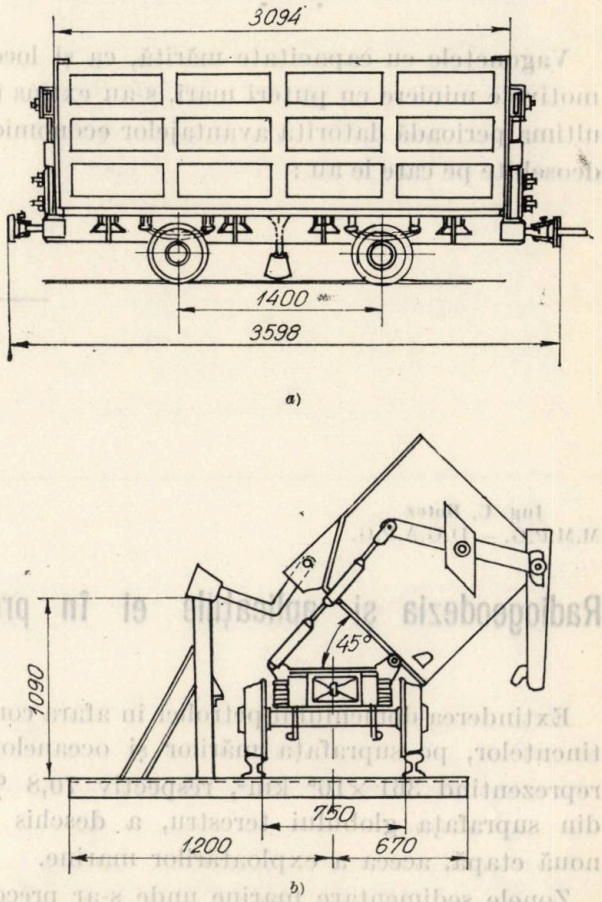


Fig. 16

(tab. 4) îi limitează domeniul de utilizare în subteran numai la galerii.

Tractarea și manevrarea vagonetelor în subteran și la suprafață, la exploatările miniere din

Tabelul 4

Nr. crt.	Specificația	Vagonet VA-3
1	Capacitatea cutiei, l	3 000
2	Greut. maximă a încărcăturii, kg	8 500
3	Ecartament, mm	750
4	Raza minimă de curbură a căii ferate pentru 1 vagonet, m	15
5	Raza minimă de curbură a căii ferate pentru o garnitură de vagonete, m	20
6	Viteza de deplasare, m/h	15
7	Greutatea proprie, kg	23 600

țară, se realizează cu locomotive electrice cu troleu sau cu acumulatoare și cu locomotive Diesel.

Se constată o tendință tot mai accentuată de perfecționare a locomotivelor Diesel și a locomotivelor electrice cu acumulatoare, realizîndu-se pe această cale cîteva prototipuri care urmează a fi experimentate în subteran.

* * *

Vagonetele cu capacitate mărită, ca și locomotivele miniere cu puteri mari, s-au extins în ultima perioadă datorită avantajelor economice deosebite pe care le au :

— permit reducerea parcului de vagonete aflate în dotarea unei exploatări miniere ;

— contribuie la micșorarea cheltuielilor ce revin pe tona de material transportat ;

— au stabilitatea longitudinală și transversală satisfăcătoare și prezintă siguranță mărită în funcționare.

Cu toate acestea, introducerea în subteran a unui număr mare de vagonete de capacitate mărită implică investiții sporite pentru înlocuirea instalațiilor anexe de culbutare și frînare cu altele corespunzătoare, atît din punctul de vedere al modului de descărcare a vagonetelor cît și al dimensiunilor de gabarit, superioare, ale acestora.

Ing. **C. Botez**
M.M.P.G. — D.G.A.P.G.

Radiogeodezia și aplicațiile ei în prospecțiunile platformelor continentale marine

Extinderea domeniului petrolier în afara continentelor, pe suprafața mărilor și oceanelor, reprezentînd 361 $\times 10^6$ km^2, respectiv 70,8 % din suprafața globului terestru, a deschis o nouă etapă, aceea a exploatărilor marine.

Zonele sedimentare marine unde s-ar preconiza existența de hidrocarburi se estimează la o suprafață de circa 10 milioane km^2, din care numai 12% au fost cercetate seismic, urmînd ca pentru cercetarea restului (88%) să necesite 68 400 echipe toposeismice/luni.

Primele lucrări de prospecțiuni și foraj marin s-au executat în anul 1946 în S.U.A., U.R.S.S. și apoi în alte țări, la adîncimi de ape relativ mici.

În prezent se lucrează pe platformele continentale în 75 de țări, iar în 28 din acestea se obțin efectiv producții comerciale.

Este important de reținut faptul că producția obținută din sondele marine reprezintă 19,4% din producția mondială de țiței, iar în următorii zece ani se prevede că această producție să crească la 3,8 milioane m^3/zi, adică la o treime din producția totală mondială.

Importanța exploatărilor marine a pus în fața specialiștilor și firmelor constructoare de utilaj petrolier, probleme din ce în ce mai complexe, iar în momentul de față se fac eforturi în găsirea celor mai eficiente metode de lucru, precum și construirea de platforme și nave pentru forajul marin, corespunzătoare adîncimilor de ape ce trec granița sutelor de metri.

Interesul crescînd asupra forajului marin se poate aprecia și prin aceea că în 1969 s-au săpat 185 sonde cu instalații marine de foraj în 45 de țări, iar în 1970 peste 200 au forat în 75 de țări.

La baza dezvoltării activității de descoperire și valorificare de noi zăcăminte marine de țiței și gaze stau trei considerente :

1) probabilitatea existenței de hidrocarburi în cantități mari;

2) capacitatea tehnică de a le descoperi și exploata;

3) rentabilitatea economică a exploatării acestora.

Pentru descifrarea structurii geologice de adîncime în zonele acoperite cu ape, se utilizează prospecțiunile magnetometrice, gravimetrice, electrometrice și seismometrice.

În continuare se vor prezenta unele considerații legate de folosirea aparaturii electronice destinate măsurării distanțelor mari, de ordinul zecilor și sutelor de km, în scopurile prospecțiunilor marine.

★

1. Aplicațiile radiogeodeziei în prospecțiunile marine

Executarea prospecțiunilor marine a ridicat probleme de adaptare a metodelor de lucru geodezice de pe uscat la condițiile marine.

Particularitățile metodicii se referă, în general, la : caracteristicile navei, sistemul de radionavigație, sistemul de emisie, de recepție și de înregistrare.

O problemă majoră a prospecțiunilor marine este menținerea navei pe direcția profilului proiectat și determinarea coordonatelor punctelor în care se produce emiterea și recepția undelor.

Procedeele moderne de determinare a poziției navei în prospecțiunile marine se execută cu sisteme radiogeodezice, care au la bază legile de propagare în spațiu a undelor radio.

În prospecțiunile marine se folosesc helicoptere dotate cu aparate speciale de tip DECCA sau NAVIGATOR, instalate la bordul acestora, care permit imprimarea rutei de zbor pe o hartă mobilă.

Măsurarea distanțelor în prospecțiunile marine, cu ajutorul sistemelor și dispozitivelor radiogeodezice, are la bază următoarea relație :

$$D = V\,(T_1 - T_0) \qquad (1)$$

în care :

D reprezintă distanța de la punctul A, cu coordonate cunoscute, la un punct B, a cărei poziție urmează să fie determinată ;

V — viteza de propagare a undelor electromagnetice pe traseul $A-B$, care este de ordinul a 300 000 km/s ;

$T_1 - T_0$ — durata necesară acestor unde pentru a parcurge traseul dat.

Viteza de propagare a undelor electromagnetice V depinde de o serie de factori ca : variațiile de temperatură, presiune, refracția atmosferică și, în special, de conductibilitatea suprafeței în contact cu care se propagă undele radio.

Modul de desfășurare și raportare a lucrărilor de prospecțiuni marine reprezintă cea mai importantă particularitate a acestora, față de cele de pe uscat.

Stabilirea poziției navei care execută prospecțiuni nu se poate face, evident, ca în lucrările terestre unde se găsesc situații optime de reperaj. Suprafața apei nu permite raportarea unui obiect față de un reper fix, respectiv stabilirea poziției în orice moment a navei.

Poziția navei care se deplasează într-un punct dat, în vederea prospectării, este determinată prin intersecția din cel puțin două puncte (instalații) de pe coastă ; al treilea punct se folosește pentru verificare. Pentru o succesiune de poziții, va fi necesar să se mărească numărul instalațiilor de pe coastă, cu toate inconvenientele pe care ele le comportă.

Deci, pentru stabilirea poziției navei, este necesar să se folosească trei stații de emisie-recepție, amplasate pe țărm în diferite puncte precis stabilite, care să recepționeze semnalele emise de emițătorul instalat pe nava de prospectare.

Transmisiile efectuate de cele trei stații amplasate pe țărm generează suprafețe și linii de poziții, precum și desfășurarea hiperbolică, care la intersecția suprafețelor din spațiu cu suprafețele terestre vor determina familii de linii de poziții.

În practica radionavigației marine se întîlnesc două sisteme :

— sistemul cu variații de timp ca : SHORAN, LORAN etc. ;

— sistemul cu variații de fază ca : HI-FIX, DECCA etc.

Din sistemele cunoscute pînă azi, evidențiem pe acelea cu caracteristicile esențiale ale principalelor metode și aparate care sînt utilizate în prezent în mai multe țări.

Pentru a crea o idee mai completă asupra metodelor și a performanțelor aparaturii, acestea au fost centralizate într-un tabel, iar clasificarea sistemelor s-a făcut după principiul de funcționare (hiperbolice, circulare sau mixte) și în ordinea mărimii distanțelor (tabelul 1) [1].

Puterile de emisie n-au fost indicate, întrucît ele nu constituie o caracteristică esențială, deoarece sînt întotdeauna suficiente pentru a obține depărtarea dorită. Amintim totuși că ea poate fi redusă în mod considerabil în timpul nopții, prin fenomenul de interferență între unda de suprafață și unda din atmosferă.

Sistemele radiogeodezice folosesc trei metode de lucru și anume : hiperbolică, circulară și mixtă.

Din aplicarea acestor metode de lucru rezultă coordonatele rețelei care vor fi raportate pe hărți în proiecția geodezică adoptată.

Calcularea rețelelor se execută pe sfera de rază medie sau în spațiu, iar raportarea acestora pe harta de lucru — prin coordonate plane.

Calculele și raportarea rețelelor pot fi efectuate manual, dar acest mod de lucru este greoi, necesită timp îndelungat și nu este lipsit de erori. De aceea automatizarea calculelor prin

Tabelul 1

Nr. crt.	Denumirea sistemelor	Tara producă-toare	Frecvenţa	Forma semnalelor	Distanţa de emitere a undei, km	Precizia, m
	a. *Metode Hiperbolice*					
1	Loran—C	S.U.A.	100 M HZ	Cu impulsuri şi sinusoidală	2 220	30—300
2	Dekka-Hydro	Anglia	100 M HZ	Sinusoidală	370	10—150
3	Rana-N.	Franţa	2 M HZ	Sinusoidală	278	5— 10
4	Toran 3 G.	Franţa	2 M HZ	Sinusoidală	278	5— 10
5	Loran A şi B	S.U.A.	2 M HZ	Sinusoidală	278	5— 10
	b. *Metode circulare*					
1	Dekka-Lambda	Anglia	100 M HZ	Sinusoidală	740	10—100
2	E.P.I.	S.U.A.	2 M HZ	Impulsuri	740	15— 60
3	Radyst-Dm	S.U.A.	1,5—5,0 M HZ	Sinusoidală	370	5— 30
4	Hydrodist	Anglia	3000 M HZ	Impulsuri	În limitele vizibilit.	1— 5
5	Shoran	S.U.A.	300 M HZ	Impulsuri	Idem	5— 10
6	Derveaux	Franţa	250 M HZ	Impulsuri	Idem	5— 10
7	Heiren	S.U.A.	300 M HZ	Impulsuri	Idem	5— 10
	c. *Metode mixte*					
1	Hi-Fix A	Anglia	2 M HZ	Sinusoidală	92	5— 10
2	Hi-Fix B	Anglia	2 M HZ	Sinusoidală	92	5— 10
3	Rana G	Franţa	2 M HZ	Sinusoidală	92	5— 20

programare la un calculator electronic, adaptat la un coordonatograf, oferă date precise şi se execută într-un timp foarte scurt.

În alte ţări, s-a folosit, pentru executarea lucrărilor de prospecţiuni seismice marine, metoda hiperbolică, care permite determinarea unor diferenţe de distanţe între punctele de pe ţărm şi navă. Aceste determinări se fac prin două procedee:

— procedeul impulsurilor;

— procedeul diferenţelor de fază.

Din cele trei metode menţionate, s-a ajuns la concluzia că sistemul de orientare tip HI-FIX, care are la bază metoda hiperbolică prin procedeul diferenţelor de fază, este cel mai indicat pentru lucrările de prospecţiuni marine.

În acest caz se lucrează cu trei staţii de emisie pe ţărm (A, B, C) şi o staţie de recepţie (D) cu două fazometre pe navă (fig. 1).

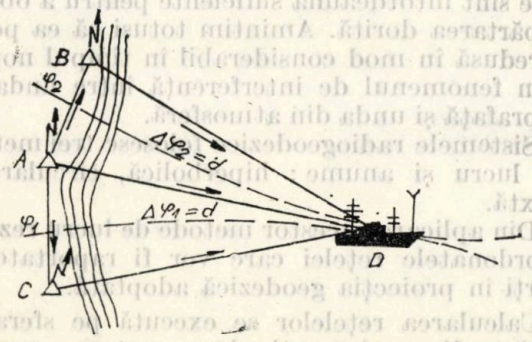


Fig. 1. Sistem radiogeodez prin procedeul diferenţelor de fază.

Staţia A emite semnale continue de frecvenţă dată, care sînt recepţionate şi retransmise de către staţiile B şi C. Staţia de pe navă D recepţionează semnalele de la toate staţiile de pe ţărm şi determină diferenţele de fază $\Delta\varphi_1$ şi $\Delta\varphi_2$, dintre semnalele emise de staţia principală A şi semnalele retransmise de B şi C. Locul geometric al punctelor cu defazarea $\Delta\varphi$ formează două familii de hiperbole, ale căror intersecţii permit determinarea coordonatelor navei.

Reţeaua de linii de diferenţă de fază $\Delta\varphi$ se trasează pe hartă. Coordonatele unui punct aflat în zona de acţiune a staţiilor de emisie fixe pot fi determinate cu un receptor mobil special construit şi cu harta pe care sînt trasate reţelele hiperbolice.

Diferenţele diferenelor de fază rezultate prin deplasarea din punctul P în S (fig. 2) pot fi scrise [3]:

— pentru sistemul hiperbolic AB: (2)

$$\delta\psi_{AB} = \Delta\psi_{ABP} - \Delta\psi_{ABS} = 2\pi\,(\eta_{ABP} - \eta_{ABS}) + \varphi_{ABP} - \varphi_{ABS} = \frac{2\pi f}{v}\cdot[(D_{AP} - D_{BP}) - (D_{AS} - D_{BS})] = \frac{2\pi f}{v}\cdot\Delta D_{AB}$$

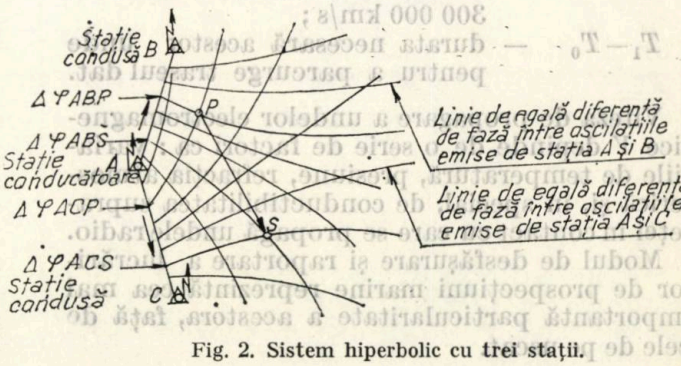


Fig. 2. Sistem hiperbolic cu trei staţii.

— pentru sistemul hiperbolic AC: (3)

$$\delta\psi_{AC} = \Delta\psi_{ACP} - \Delta\psi_{ACS} = 2\pi(\eta_{ACP} - \eta_{ACS}) + \varphi_{ACP} - \varphi_{ACS} = \frac{2\pi f}{v}\cdot$$

$$[(D'_{AP} - D_{CP}) - (D'_{AS} - D_{CS})] = \frac{2\pi f}{v}\cdot\Delta D_{AC}$$

în care:

$\Delta\varphi$ este diferența de fază;
D — distanța;
v — viteza de propagare a oscilațiilor electromagnetice;
f = frecvența de lucru;
φ = faza inițială;
η = diferența dintre numărul de lungimi de undă cuprinse în distanța D corespunzătoare la frecvența f.

Cunoscînd poziția inițială P, definită printr-o diferență a fazelor semnalelor emise de cele două sisteme hiperbolice și, adăugînd defazajul măsurat pe timpul deplasării receptorului, se poate determina poziția punctului S, deci și distanța între cele două puncte (P și S).

Metoda poartă numele de „sondă fazică", este relativ complicată, dar oferă avantajul că în zona stațiilor de emisie din sistemele hiperbolice, pot lucra un număr nelimitat de receptoare (sonde fizice). Receptoarele sistemelor coerente sînt cu amplificare directă, ceea ce face ca sensibilitatea lor să fie redusă și, ca urmare, rază de acțiune a sistemelor limitată, pentru puteri acceptabile ale stațiilor de emisie dispuse la capetele bazelor.

Precizia sistemelor de radionavigație hiperbolică în impulsuri este mai mică decît a sistemelor hiperbolice cu emisie continuă, coerente sau necoerente. Ele sînt însă mult utilizate pentru că necesită emițătoare de consum redus cu raza mare de acțiune.

Sistemul coerent hiperbolic și-a găsit o largă utilizare în radionavigație pentru distanțe mari, ca DECCA, LORAN, NAVIGATOR etc.

În prospecțiunile marine este folosit pe scară largă sistemul HI-FIX.

II. Descrierea și precizia sistemului HI-FIX

Acest sistem de radionavigație utilizează următoarele stații de construcții speciale:

— o stație principală A;
— două stații secundare $B + C$;
— receptorul de pe navă D.

Emițătorul instalat pe stația principală transmite un semnal de sincronizare și unul de lucru. Semnalul de lucru, recepționat de stația secundară, este retransmis cu aceeași fază și frecvență de către emițătorul propriu.

Receptorul instalat pe navă măsoară în fiecare punct, cu ajutorul unor circuite sensibile de fază, diferența de fază dintre transmisia semnalului de la stația principală A și una din transmisiile stațiilor secundare B sau C.

În zona de recepție pot fi materializate pe o hartă două familii de curbe care reprezintă locurile geometrice în lungul cărora diferența de fază este totdeauna nulă.

Familiile de curbe, reprezentînd diferența de fază nulă, se numesc PATTI 1 și PATTI 2, și sînt generate de stația principală A cu stația secundară B și respectiv C.

Elementele principale într-o rețea de radionavigație sînt:

— LINIA DE BAZĂ: linia care unește stația principală (A), și o stație secundară (B sau C);

— CULOAR: distanța dintre două hiperbole succesive — în lungul liniei de bază I sau II — și este egală cu $\frac{\lambda}{2}$;

— λ — lungimea de undă a semnalului.

Numerotarea hiperbolelor se face de la stația principală A, crescător cu distanța (fig. 3) [2].

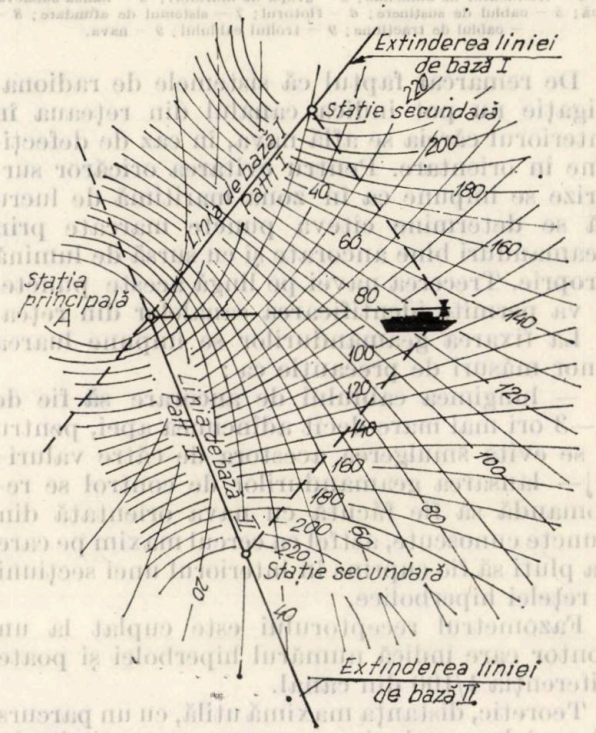


Fig. 3. Rețea hiperbolică HI-FIX.

Stația principală A și cele secundare B și C se amplasează pe țărm cu asigurarea unei bune observații reciproce.

Stația-receptor de pe navă D este înzestrată cu antenă de tip vertical și fixată pe puntea din față a navei, cît mai sus posibil. Această antenă se montează cu ajutorul unei unități de adaptare, prin care se face și lăgătura la masa metalică a navei.

Menţinerea navei pe direcţia profilului de înregistrare imprimă un program minim de viteză, funcţie de caracteristicile navei şi factorii meteorologici. Modul de înregistrare în prospecţiunile marine constituie un factor hotărîtor în determinarea noilor zone petrogazeifere. Un astfel de sistem de înregistrare în prospecţiunile seismice marine este cel indicat în figura 4.

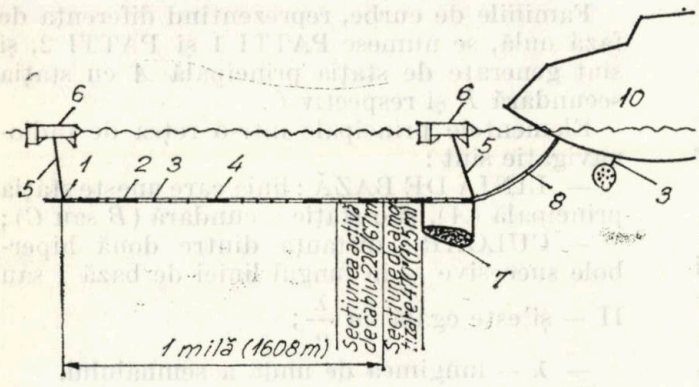


Fig. 4. Sistem de înregistrare în prospecţiunile seismice marine:

1–4 – traducător de adîncime; *2* – grupa de hidrofori; *3* – baliza subacvatică; *5* – cablul de susţinere; *6* – flotorul; *7* – sistemul de afundare; *8* – cablul de tracţiune; *9* – troliul cablului; *9* – nava.

De remarcat faptul că sistemele de radionavigaţie nu pot indica canalul din reţeaua în interiorul căreia se află nava, în caz de defecţiune în orientare. Pentru evitarea oricăror surprize se impune ca în zona maritimă de lucru să se determine cîteva puncte marcate prin geamanduri bine ancorate şi cu sursă de lumină proprie. Trecerea navei pe lîngă aceste puncte, îi va permite identificarea canalelor din reţea.

La fixarea geamandurilor se impune luarea unor măsuri de precauţie ca:

— lungimea cablului de ancorare să fie de 2—3 ori mai mare decît adîncimea apei, pentru a se evita smulgerea acestora de către valuri;

— lansarea geamandurilor de control se recomandă să fie făcută cu nava orientată din puncte cunoscute, astfel ca cercul maxim pe care va pluti să fie cuprins în interiorul unei secţiuni a reţelei hiperbolice.

Fazometrul receptorului este cuplat la un contor care indică numărul hiperbolei şi poate diferenţia 1/100 din canal.

Teoretic, distanţa maximă utilă, cu un parcurs al undelor exclusiv pe mare, se extinde la 200 km. Practic, în utilizarea diurnă a sistemului, la distanţe mai mari de 75 km, începe să se resimtă efectul undei spaţiale.

La distanţa de 70 km, avînd staţiile de emisie dispuse favorabil, parcursul undelor numai pe mare şi zgomot de fond atmosferic redus, poziţia navei poate fi determinată cu o eroare relativă de 5—10 m, în cazul cînd condiţiile atmosferice sînt favorabile executării lucrărilor şi pînă la limita distanţei de acţiune a sistemului radiogeodezic.

Precizia de determinare scade odată cu mărirea distanţei de la ţărm la navă şi în funcţie de unghiul de tăiere al hiperbolei μ şi de coeficientul de expansiune al hiperbolei β.

Pentru a se obţine o precizie ridicată şi o rentabilitate bună, se recomandă ca unghiul $\mu \geqslant 40°$, iar $\beta \leqslant 4$.

Sistemul este considerat precis dacă acţiunea acelorași valori, în condiţii diferite, dă rezultate care coincid la o apropiere foarte mare.

Precizia sistemului poate fi influenţată de: instabilitatea proprie aparaturii, perturbaţiile atmosferice sau cele determinate de o altă emisie radio, precum şi de modificările survenite în condiţiile de propagare a undelor.

III. Particularităţile utilizării radiogeodeziei în prospecţiunile marine

Lucrările de prospecţiuni marine au ca bază geotopografică trei puncte cu coordonate geografice (longitudine şi latitudine) cunoscute, amplasate pe ţărm la distanţe aproximativ egale între ele şi cu vizibilitate reciprocă (fig. 5).

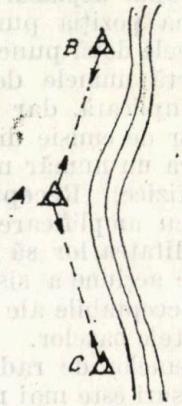


Fig. 5. Baza geotopografică: $\overline{AB} = \overline{AC}$.

Pentru verificarea şi rectificarea fazometrelor se determină, în acelaşi sistem şi cu aceeaşi precizie, coordonatele a două puncte pe uscat şi unul pe mare, cu vizibilitate reciprocă.

Scopul acestor puncte este de a verifica fazometrele, astfel ca ele, în punctul determinat pe mare, să indice coordonatele hiperbolice.

Pentru ca staţiile radiogeodezice să dea maximum de randament şi să înlăture instabilitatea în reţea, este necesar ca aceste puncte să fie amplasate la distanţe apreciabile de obstacole înalte şi să se evite terenurile nisipoase uscate (dune).

Staţiile de orientare radiogeodezice, instalate în aceste puncte, au rolul de a dirija nava de prospectare pe direcţia profilelor unde se execută măsurări.

În forajul marin cît şi în prospecţiunile marine, poziţionarea navei are o importanţă deosebită în desfăşurarea optimă a acestor lucrări.

Sistemul de poziţionare se execută de pe ţărm din trei puncte geodezice determinate din triangulaţia de stat, cu o precizie de ± 20 cm. Staţiile se vor alege în aşa fel încît vizele de intersecţii cu nava să se întretaie sub unghiuri acceptabile.

În ceea ce priveşte sistemul de poziţionare dinamică a navei (fig. 6) el este bazat pe o măsurătoare acustică *4*.

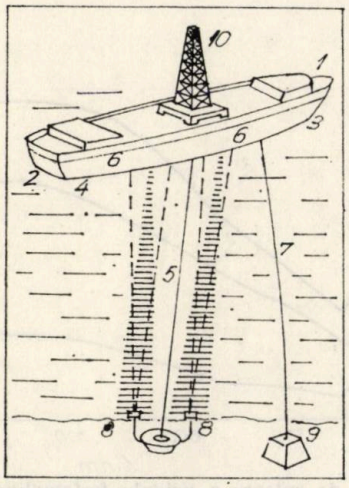


Fig. 6. Sistemul de poziţionare dinamică de pe navă :
1 — sala de comandă-control; *2* — elicele de la pupă; *3* — elicele de la proră; *4* — hidrofoare receptoare; *5* — garnitura de foraj; *6* — două proiectoare de interogaţie; *7* — sistem de măsură cu înclinometru; *8* — receptor de impulsuri; *9* — greutate; *10* — instalaţie de foraj.

De subliniat faptul că poziţionarea dinamică permite menţinerea navei pe o poziţie determinată prin acţiunea unui sistem de elice *2* şi *3*, comandate de maşini electronice de calcul ce prelucrează informaţiile primite de la emiţătoarele de ultrasunete *8* plasate pe fundul oceanului. Elicele respective sînt utilizate pentru propulsie şi manevrarea navei care poate naviga cu o viteză de 14 noduri. Manevrarea se face cu cea mai mare uşurinţă şi nava poate fi menţinută într-un cerc cu raza egală cu 6 % din adîncimea apei, pe un vînt cu o viteză de 84 km/h şi valuri de 4,8 m înălţime.

Acest sistem asigură determinarea poziţiei relative a navei, cu o eroare de 1 % din adîncimea apei, pînă la 300 m.

S-a căutat, prin această expunere sumară, să se prezinte principii generale a unor metode radiogeodezice aplicabile în prospecţiunile marine, rolul şi importanţa acestor metode, în cadrul aplicării geodeziei într-un nou domeniu tehnic, cel al prospecţiunilor marine.

Bibliografie

[1] *** *Nefti i More.* VOL, I Ed. Nedra Moscova 1967.
[2] Jrdan-Eggert-Kneisel *Handbuch der Vermessungskunde Stuttgart 1966.*
[3] Ursea, V. şi Petruţa, I. *Radiogeodezia* Ed. tehnică, 1968.
[4] Cocorandu, M. *Forajul Marin* Oficiul de documentare şi publicaţiii tehnice al M.M.P.G. 1972.

Ing. **Szöes Ecaterina** şi ing. **Szöes Ştefan**
Întreprinderea de fier Vlăhiţa

Determinarea fotocolorimetrică a fosforului din concentrate şi minereuri de fier

În concentrate şi minereuri de fier, fosforul se găseşte alături de elemente ca : Fe, Si, Mn, Al, Mg etc.

Identificarea şi determinarea fosforului fac parte din problema valorificării minereurilor şi concentratelor de fier.

În cursul determinării volumetrice şi determinării gravimetrice, fosforul se separă de silice şi de reziduul insolubil prin filtrare, iar de restul elementelor — prin precipitare cu molibdat de amoniu [1, 2]. Determinarea volumetrică şi gravimetrică a fosforului sînt de lungă durată şi necesită un consum mare de reactivi [3]. Precipitarea cu molibdat de amoniu trebuie să se execute în condiţii stricte de concentraţie, de temperatură şi de timp, ceea ce fac aceste metode anevoioase.

Ca urmare a creşterii pretenţiilor sectoarelor productive faţă de laborator, s-au căutat metode mai rapide, fără însă a se neglija precizia şi reproductibilitatea rezultatelor.

Metoda propusă pentru determinarea fosforului nu necesită o separare a complexului de fosfor format, ci numai îndepărtarea prealabilă a reziduurilor insolubile.

Principiul metodei constă în complexarea fosforului cu molibdat de amoniu şi reducerea complexului format cu acid ascorbic şi fotometrarea intensităţii coloraţiei formei reduse a heteropoliacidului. Drept reducători se pot folosi o serie de reactivi : hidrochinonă [4], acid *1*-amino-*2* naftol-*4*-sulfonic [5], metol, acid ascorbic, sulfat de sodiu, clorură stanoasă [6] etc.

Sulfitul de sodiu reacţionează la cald [3], clorura stanoasă este un reducător atît de puternic, încît reduce şi molibdatul de amoniu, ducînd la erori pozitive. O serie de reducători

organici au o acțiune lentă, necesitînd cîteva ore pentru reducere [6].

Am utilizat drept reducător acidul ascorbic, dovedindu-se adecvat scopului.

Partea experimentală

Reactivi și aparatură

Pentru experiențe s-au utilizat :

— molibdat de amoniu, soluție 5%, preparată săptămînal ;

— acid ascorbic, soluție 2%, preparată săptămînal ;

— acid azotic (conc,) $d = 1{,}40$;

— acid sulfuric, $d = 1{,}84$ diluat 1 + 4.

Măsurătorile de absorbanță optică s-au efectuat cu spectrofotocolorimetrul SPEKOL, la 750 nm.

Modul de lucru

Se cîntărește 1 g probă cu o precizie de 0,0002 g și se dizolvă în 40 ml HNO_3 concentrat. După dizolvarea probei se adaugă 10 ml H_2SO_4 1 + 4 și se evaporă pînă la apariția vaporilor albi de anhidridă sulfurică. Se mai adaugă apoi 15 ml H_2SO_4 1+4 pentru dizolvarea sărurilor. După dizolvare se răcește și se toarnă cantitativ într-un balon cotat de 200 ml. Se aduce la semn cu apă, se omogenizează și se filtrează prin filtru uscat, într-un pahar uscat. Din soluția filtrată se pipetează 50 ml într-un balon cotat de 100 ml, se adaugă 5 ml molibdat de amoniu, 10 ml acid ascorbic. Se agită după fiecare adaos de reactiv. Se aduce la semn, se omogenizează și se fotometrează la 750 nm. Probele etalon de minereu de fier se pregătesc identic și se trasează curba de etalonare.

Studiul spectrofotometric al reacției de formare a albastrului fosfomolibdenic

S-a studiat formarea și comportarea analitică a albastrului fosfomolibdenic.

Alegerea dizolvantului

La alegerea mediului de lucru s-a observat că ionii de clor prezenți stînjenesc determinarea, chiar dacă se află în urme. S-a încercat determinarea fosforului și sulfului din aceeași soluție de bază folosind drept solvent apă regală și brom, astfel că după separarea reziduului insolubil se separă hidroxizii sesquioxizilor prin precipitare cu amoniac și spălare cu apă caldă. Din hidroxizi s-a determinat fosforul fotometric iar din soluția filtrată — sulful gravimetric. Prezența ionilor de clor, la o spălare insuficientă, a afectat precizia determinării fosforului, ducînd totdeauna la erori negative. Datorită faptului că fosforul din minereuri de fier se dizolvă în acid azotic [3], pentru dizolvare s-a folosit acid azotic concentrat.

Întrucît reacția de formare și de reducere a heteropoliacidului fosforului este stînjenită de prezența oxidanților sau reducătorilor [6], după dizolvarea probei se adaugă acid sulfuric și se fierbe pînă la apariția vaporilor albi de anhidridă sulfurică. Astfel se elimină total acidul azotic și se creează un mediu puternic oxidant, pentru oxidarea totală a fosforului la P^{+5}[7].

1. Alegerea lungimii de undă

Variația absorbției în funcție de lungimea de undă se poate observa din figura 1.

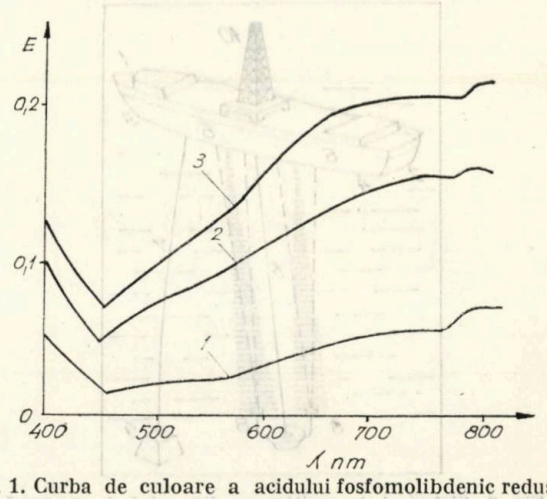


Fig. 1. Curba de culoare a acidului fosfomolibdenic redus cu acid ascorbic :
1 — 5.10^{-7} g P/ml ; *2* — $1{,}4.10^{-6}$ g P/ml ; *3* — 2.10^{-6} g P/ml.

În domeniul de măsurare al aparatului de la 400 la 800 nm nu se obține un maximum pronunțat. Între 750 și 770 nm se observă o stabilitate a extincției, după care se observă o creștere pronunțată a extincției cu lungimea de undă. Neavînd posibilități de obținere a vreunei informații în această privință, prin mărirea lungimii de undă, toate măsurătorile s-au efectuat la 750 nm.

2. Influența aciditășii mediului de reacție

Aciditatea are o mare influență asupra formării și stabilității complexului fosforului cu molibdat de amoniu. S-au folosit cantități crescînde de la 15 la 50 ml H_2SO_4 1+4 pentru dizolvare, reglînd prin acesta aciditatea mediului de reacție.

Formarea heteropoliacidului fosfomolibdenic are loc la o aciditate mai mare (la 0,9 — 1,0 n H_2SO_4), iar reducerea complexului la 0,3 — — 0,6 n (fig. 3).

Același rezultat s-a obținut și prin adăugarea de acid sulfuric în balonul cotat, conținînd cota-parte de soluție pentru determinarea fosforului.

După cum rezultă din figurile 2 și 3, la o aciditate prea mică, pînă la 0,3 n, absorbanța soluției este mare și instabilă în timp. Formarea albastrului de molibden mărește rezultatul ana-

lizei. La o aciditate de la 0,3 la 0,6 n, respectiv de la 16 ml la 35 ml H_2SO_4 1+4, adăugat pentru dizolvare, se obţine o extincţie foarte stabilă în timp. Toate determinările s-au executat la o

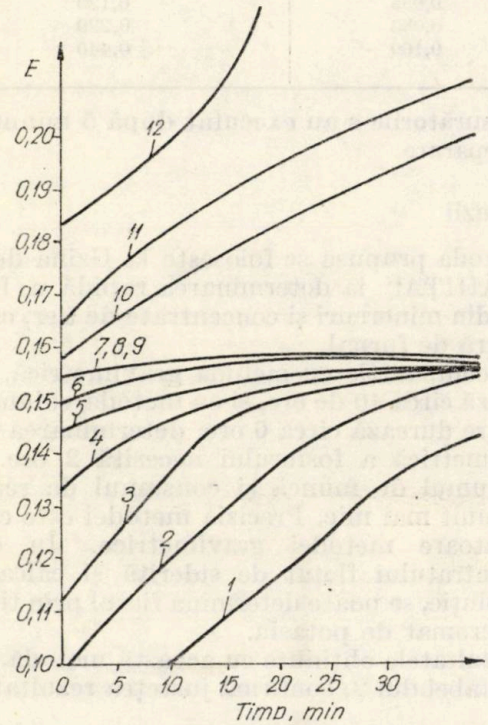


Fig. 2. Influenţa acidităţii asupra stabilităţii complexului : 1 – 0,92 *n*; 2 – 0,85 *n*; 3 – 0,77 *n*; 4 – 0,695 *n*; 5 – 0,62 *n*; 6 – 0,54 *n*; 7 – 0,47 *n*; 8 – 0,41 *n*; 9 – 0,34 *n*; 10 – 0,22 *n*; 11 – 0,195 *n*; 12 – 0,19 *n*.

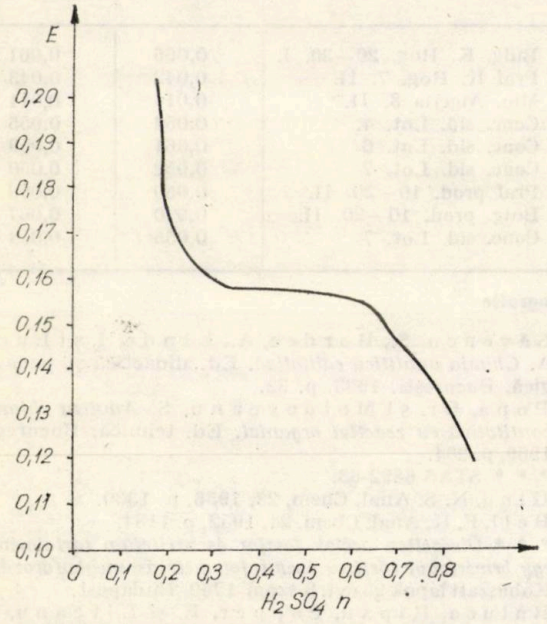


Fig. 3. Influenţa acidităţii asupra formării complexului.

aciditate de 0,47 n, respectiv folosind 25 ml H_2SO_4 1+4 pentru dizolvare.

3. Alegerea concentraţiei reactanţilor

S-a studiat influenţa concentraţiei reactanţilor asupra formării şi stabilităţii complexului, folosindu-se cantităţi crescînde de la 1 la 12 ml soluţie apoasă de molibdat de amoniu 5%.

Conform figurilor 4 şi 5, la o concentraţie mică a molibdatului de amoniu nu sînt cuplaţi toţi ionii PO_4^{3-} sau sînt complexaţi în limita

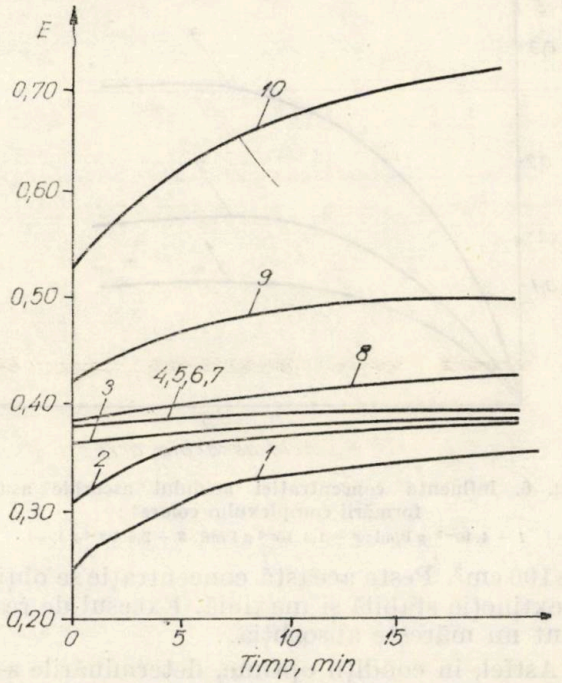


Fig. 4. Influenţa concentraţiei molibdatului de amoniu asupra stabilităţii complexului : 1 – 0,5 g/l; 2 – 1 g/l; 3 – 1,5 g/l; 4 – 2 g/l; 5 – 2,5 g/l; 6 – 3 g/l; 7 – 3,5 g/l; 8 – 4 g/l; 9 – 5 g/l; 10 – 6 g/l.

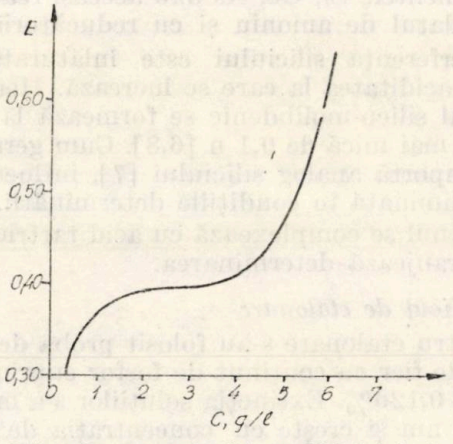


Fig. 5. Influenţa concentraţiei molibdatului de amoniu asupra formării complexului.

mărimii vitezei de difuziune a moleculelor reactante în soluţie. La o concentraţie de 2 pînă la 3,5 g/l, respectiv de la 2 la 8 ml soluţie 5% de molibdat de amoniu, reacţia are loc instantaneu.

Peste o concentraţie de 4 g/l, excesul de reactant se reduce probabil la albastru de molibden [1], mărindu-se extincţia soluţiei. Instabilitatea coloraţiei subliniază verdictul ipotezei.

Pentru reducere s-au folosit cantităţi crescînde de la 1 la 20 ml acid ascorbic soluţie 2%. Absorbanţa probelor (fig. 6) la 750 nm prezintă o creştere pînă la o concentraţie în acid ascorbic de 1,6 g/l, respectiv 8 ml soluţie la un volum

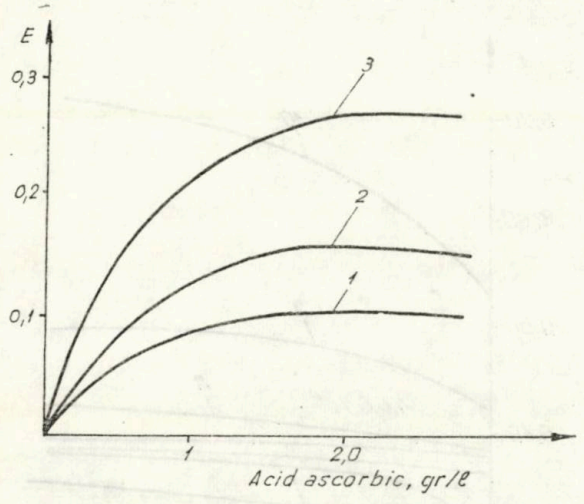


Fig. 6. Influenţa concentraţiei acidului ascorbic asupra formării complexului colorat:
1 – 4.10^{-7} g P/ml; *2* – $1,4.10^{-6}$ g P/ml; *3* – $2,6.10^{-6}$ g P/ml.

de 100 cm^3. Peste această concentraţie se obţine o extincţie stabilă şi maximă. Excesul de reactant nu măreşte absorbţia.

Astfel, în condiţii optime, determinările s-au executat folosind 5 ml molibdat de amoniu 5% şi 10 ml acid ascorbic 2%.

Elemente interferente

Elementele Si, Ge, As dau aceeaşi reacţie cu molibdatul de amoniu şi cu reducătorii.

Interferenţa siliciului este înlăturată prin însăşi aciditatea la care se lucrează. Heteropoliacidul silico-molibdenic se formează la o aciditate mai mică de 0,1 n [6,8]. Cum germaniul se comportă analog siliciului [7], influenţa lor este eliminată în condiţiile determinării.

Arsenul se complexează cu acid tartric [1] şi nu deranjează determinarea.

Graficul de etalonare

Pentru etalonare s-au folosit proba de minereuri de fier cu conţinut de fosfor cuprins între 0,02 şi 0,120%. Extincţia soluţiilor s-a măsurat la 750 nm şi creşte cu concentraţia de fosfor, conform legii Lambert-Beer (tab. 1), pentru acest interval de conţinut reacţia dovedind o mare sensibilitate. Intensitatea culorii complexului atinge valoarea maximă după 4 minute de la preparare şi este stabilă 30 de minute. După acest interval de timp, extincţia creşte probabil datorită reducerii molibdatului în exces.

Tabelul 1

Conţinutul probelor etalon de fosfor şi extincţiile corespunzătoare

% P	E
0,021	0,040
0,055	0,130
0,083	0,220
0,160	0,440

Măsurătorile s-au executat după 5 minute de la preparare.

Concluzii

Metoda prupusă se foloseşte la Uzina de fier „VLĂHIŢA" la determinarea rapidă a fosforului din minereuri şi concentrate de fier, calcar şi zgură de furnal.

În comparaţie cu metoda gravimetrică, care durează circa 40 de ore, şi cu metoda volumetrică, care durează circa 6 ore, determinarea fotocolorimetrică a fosforului necesită 2 ore.

Volumul de muncă şi consumul de reactiv este mult mai mic. Precizia metodei este corespunzătoare metodei gravimetrice. În cazul concentratului flotat de siderită şi calcarului din soluţie, se poate determina fierul prin titrare cu bicromat de potasiu.

Rezultatele obţinute cu această metodă, conform tabelului 2, confirmă justeţea rezultatelor.

Tabelul 2

Rezultate comparative între metoda gravimetrică şi metoda fotocolorimetrică

Nr. crt.	Denumirea probei	% P gravim.	% P colorim.
1	Bulg. K. Rog. 20—30. I.	0,066	0,061
2	Praf K. Rog. 7. II.	0,042	0,043
3	Min. Algeria 8. II.	0,014	0,011
4	Conc. sid. Lot. 4.	0,054	0,055
5	Conc. sid. Lot. 6	0,061	0,059
6	Conc. sid. Lot. 7	0,052	0,050
7	Praf prod. 10—20. II.	0,060	0,060
8	Bulg. prod. 10—20. II.	0,070	0,067
9	Conc. sid. Lot. 7	0,055	0,054

Bibliografie

[1] Săvencu, S., Bordea, A., Linde, I. şi Luca, A. *Chimia analitică calitativă.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1963, p. 32.

[2] Popa, Gr. şi Moldoveanu, S. *Analiza chimică cantitativă cu reactivi organici.* Ed. tehnică, Bucureşti, 1969, p. 204.

[3] * * * STAS 6892-63.

[4] Ging, N. S. Anal. Chem, 28, 1956, p. 1330.

[5] Bell, F. K. Anal. Chem. 24, 1952, p. 1184.

[6] * * * *Ötvözetlen acélok foszfor és szilicium tartalmének egy bemérésből történö üzemi fotometriás meghatározása.* Kohászati lapok 93 évf. 8 szám 1960 Budapest.

[7] Raluca, Ripan, Popper, E. şi Liteanu, C. *Chimie analitică calitativă.* Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti 1961, p. 254.

[8] Szöcs Ecaterina. *Determinarea fotocolorimetrică simultană a siliciului şi fosforului din fontă şi oţel.* Chimie analitică, nr. 3. 1972, p. 198.

Dr. ing. **D. Constantinescu** și ing. **E. Spătaru**
Institutul de cercetări și proiectări pentru utilaj petrolier București

Procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri

În scopul asigurării preciziei necesare, s-a elaborat un procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri, utilizînd programarea la calculatorul electronic, procedeu ce are și avantajul de a fi deosebit de expeditiv.

După cum este cunoscut, calculul diametrului sapelor cu trei conuri reprezintă, de fapt, calculul unor elemente geometrice care determină acest diametru [1]. Aceasta se realizează prin stabilirea valorii diametrului (maxim) al conurilor și poziția lui, față de axa de rotație a sapei.

Dacă se notează cu $D_s = 2\,R_s$ diametrul sapei, iar parametrii elementelor geometrice determinanți (fig. 1, *a* — planul axelor sapei și conului; *b* — planul perpendicular pe axa sapei) cu :

- d — diametrul (maxim) al conurilor;
- k_1 — distanța planului conținînd diametrul d la axa de rotație a sapei;
- y_0 — deplasarea axei conurilor;
- y — ordonata intersecției (punctul A) a diametrului conurilor cu diametrul sapei (în planul perpendicular pe axa sapei);
- i — unghiul de înclinare a conurilor, față de axa sapei;
- φ — unghiul corespunzător semidiametrului (maxim) al conurilor;
- ρ — unghiul de împănare a conurilor,

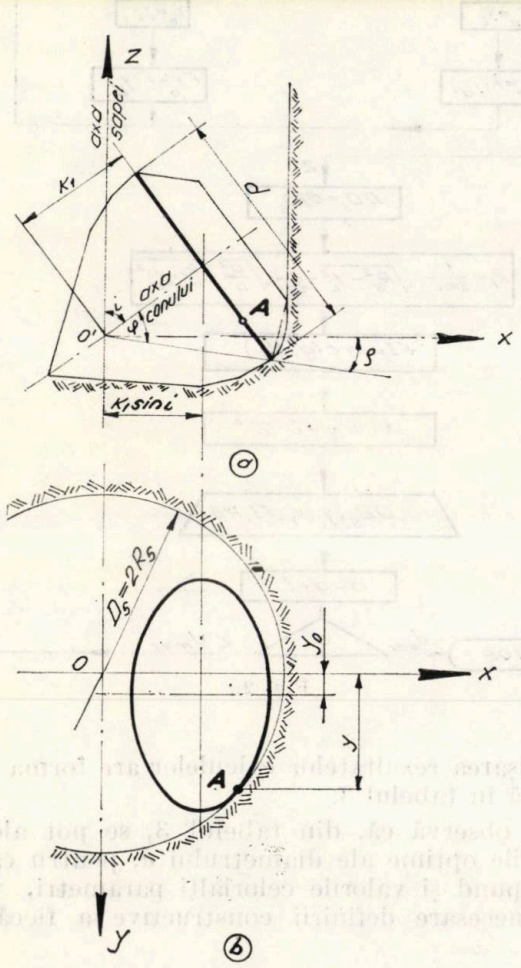


Fig. 1.

se observă că pentru rezolvarea problemei este necesară studierea intersecției într-un singur punct (tangenței), dintre cilindrul găurii de sondă, cu diametrul D_s și elipsa rezultată din proiecția diametrului conurilor d, în planul perpendicular pe axa sapei.

Se obțin următoarele relații analitice [1]:

$$d = \frac{2}{y}(y - y_0)\,(y^2 \sin^2 i + R_s^2 \cos^2 i)^{1/2} \qquad (1)$$

$$K_1 = \frac{1}{\sin i}(R_s^2 - y^2)^{1/2} - \frac{1}{\operatorname{tg} i}\left[\frac{d^2}{4} - (y - y_0)^2\right]^{1/2} \qquad (2)$$

$$\varphi = \operatorname{arc\,tg}\frac{d}{2K_1} \qquad (3)$$

$$\rho = \varphi + i - 90^\circ \qquad (4)$$

formînd un sistem de ecuații ale cărui soluții implică rezolvarea unei ecuații de gradul patru în y, de mare complexitate.

În mod curent, pînă în prezent, pentru rezolvarea acestui sistem de ecuații, se utilizau metode grafo-analitice. De exemplu, se determina grafic poziția punctului de intersecție A, relațiile (1) și (2) fiind folosite, în continuare, pentru verificarea și corectarea rezultatelor grafice. Se observă, în mod clar, că, rezolvat în acest fel, calculul este deosebit de laborios, în condițiile asigurării unei precizii corespunzătoare.

Pentru soluționarea problemei cu ajutorul calculatorului electronic, s-a întocmit un program, analizîndu-se :

— domeniul de variație a parametrilor cunoscuți;

— precizia necesară pentru parametrii de calculat;

— ordinea de calcul;

— procedeul de rezolvare;

— forma tabelului cu rezultatele de calcul.

În tabelul 1 sînt indicați parametrii considerați cunoscuți.

Tabelul 1

Notația	Domeniul de variație
$D_s = 2\,R_s$, mm	92,1—660,4
y_0, mm	0 — 15
i, grd. sexa.	54 sau 57
d, mm	(0,3 5—0,70) D_s

Valorile pentru diametrul sapelor sînt date în conformitate cu STAS 328-74 „Sape cu trei conuri".

Parametrii y_0 și i variază cu tipul sapei, funcție de natura rocilor [1, 2]. Pentru domeniul de variație a diametrului conurilor d, s-au considerat valori întregi, în limitele care să includă toate mărimile diametrelor uzuale ale contraconurilor care realizează și corectează permanent, în timpul forajului, diametrul găurii de sondă.

Preciziile prevăzute pentru valorile parametrilor de calculat sînt indicate în tabelul 2.

Tabelul 2

Notația	Precizie
y, mm K_1, mm	000,001
φ, grd. sexa. ρ, grd. sexa.	00°00'00''

Ordinea de calcul și procedeul de rezolvare, care au stat la baza întocmirii programului, corespunzătoare parametrilor elementelor geometrice și relațiilor de calcul (1) — (4), este următoarea :

1) se alocă valori pentru D_s, y_0 și i ;

2) se alege prima valoare întreagă pentru d, astfel încît $d/D_s \geqslant 0{,}35$;

3) se calculează valoarea y, prin metoda iterativă de interpolare liniară („metoda coardei"), punîndu-se condiții pentru precizia de calcul al diferenței $d - d(y)$:

$$\varepsilon = d - \frac{2}{y}(y - y_0)(y^2 \sin^2 i + R_s^2 \cos^2 i)^{1/2} \leqslant$$

$$\leqslant 10^{-4}\ (1')$$

și pentru domeniul limită de variație a valorilor y :

$$y_0 \leqslant y \leqslant 0{,}35\ D_s + y_0 \qquad (5)$$

4) se calculează valorile corespunzătoare pentru K_1, φ și ρ;

5) calculul se reia pentru următoarea valoare întreagă a diametrului d, pînă la epuizarea valorilor din domeniul prezentat în tabelul 1.

Codificarea programului s-a realizat în limbaj FORTRAN IV, schema logică fiind prezentată în figura 2*.

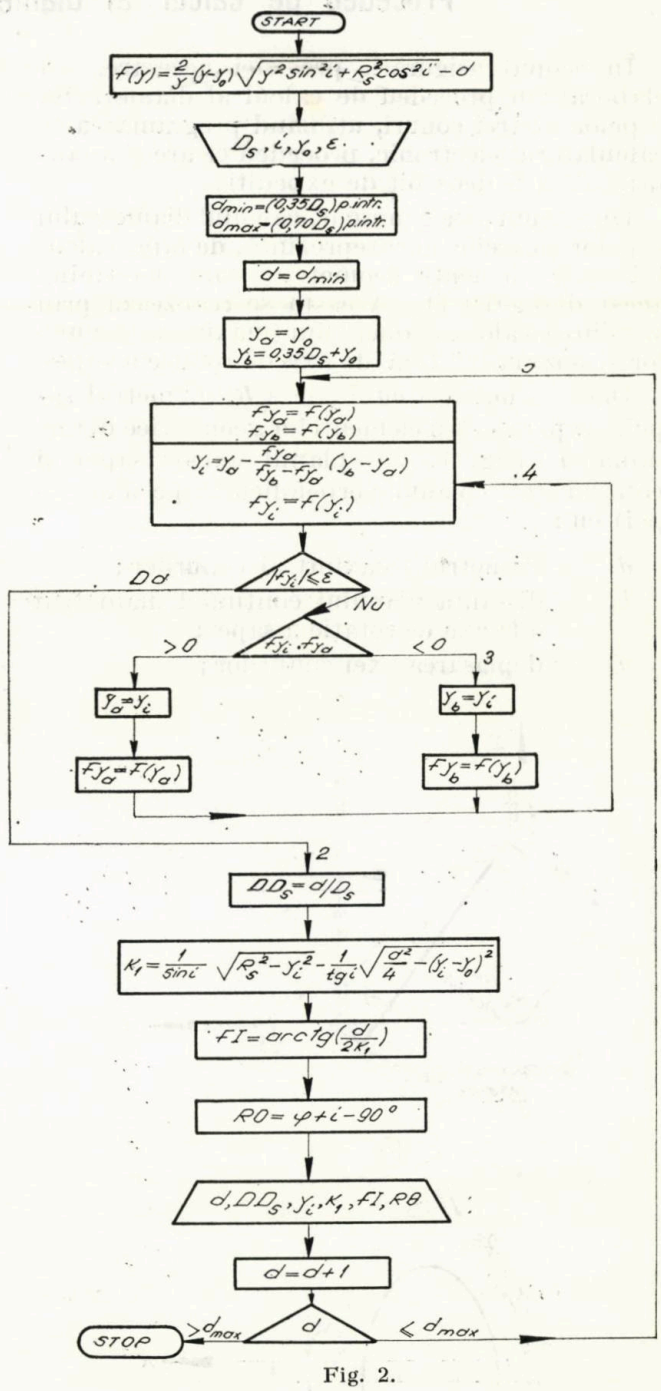


Fig. 2.

Afișarea rezultatelor calculelor are forma indicată în tabelul 3.

Se observă că, din tabelul 3, se pot alege valorile optime ale diametrului d, pentru care corespund și valorile celorlalți parametri, valori necesare definirii constructive a fiecărei

*) Realizate de ing. T. Torsan și ing. M. Mândescu.

tipodimensiuni de sapă cu trei conuri. Atît pentru diametrul maxim al conurilor, cît și pentru celelalte diametre ale contraconurilor, această alegere se face funcție de valorile parametrului ρ, specific tipului respectiv de sapă și considerat inițial ca parametru rezultant, datorită algoritmului ales. De asemenea, în plus, tabelul 3 explică și de ce, numai în mod formal, valorile diametrului d au fost considerate date de intrare.

Tabelul 3

D_s =		i =		γ_0 =	
d	d/D_s	γ	K_1	φ	ρ

Ca urmare a prelucrării datelor pe calculator, în conformitate cu relațiile de calcul (1) — (4), s-au trasat graficele de variație ale diametrului conului d, în funcție de ceilalți parametri care intervin. Astfel, în figura 3 este prezentată variația generală funcție de unghiul de împă-

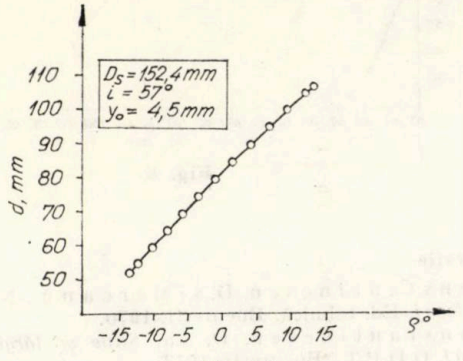


Fig. 3

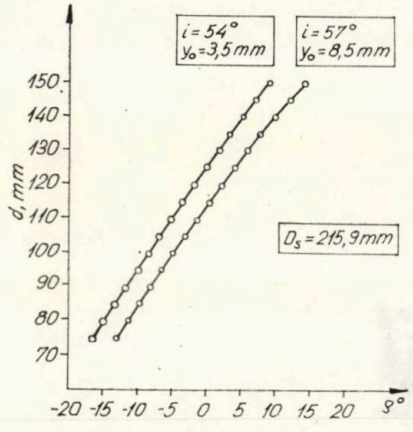


Fig. 4

nare ρ, $d = f(\rho)$, ceilalți parametri fiind constanți, obținîndu-se o variație monoton crescătoare, concavitatea curbei fiind îndreptată către valorile negative ale ordonatelor. În figurile 4 și 5 sînt indicate aceleași variații, menținîndu-se constante diametrul sapei și respectiv unghiul de înclinare a axei conului.

În figura 6 este reprezentată variația diametrului conului, în funcție de poziția sa în raport cu axa de rotație a sapei, $d = f(K_1)$, ceilalți parametri menținîndu-se constanți, rezultînd o variație continuă, descrescătoare, concavitatea

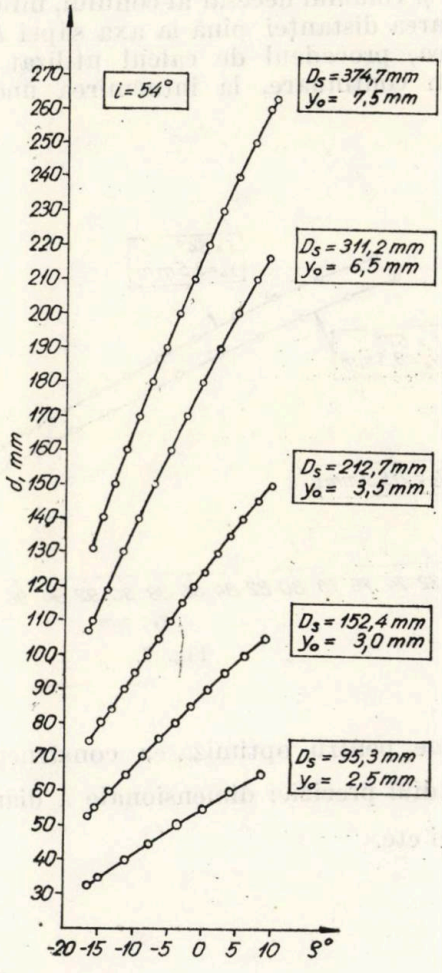


Fig. 5

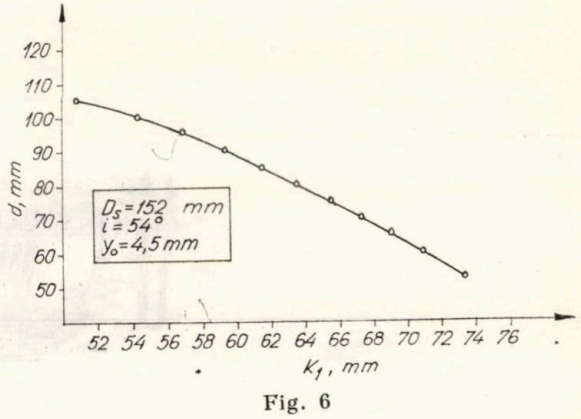


Fig. 6

curbei fiind, de asemenea, îndreptată către ordonatele negative. În figurile 7 și 8 sînt prezentate aceleași variații, în cazul în care se mențin constante diametrul sapei și, respectiv, unghiul de înclinare a axei conurilor.

Din studierea şi interpretarea rezultatelor astfel obţinute, se pot alege valorile diametrelor conurilor, inclusiv ale contraconurilor d, care să asigure caracteristicile cinematice corespunzătoare, influenţate de unghiul de împănare ρ, precum şi volumul necesar al conului, influenţat de valoarea distanţei pînă la axa sapei K_1. De asemenea, procedeul de calcul utilizat poate servi, în continuare, la întocmirea unor noi

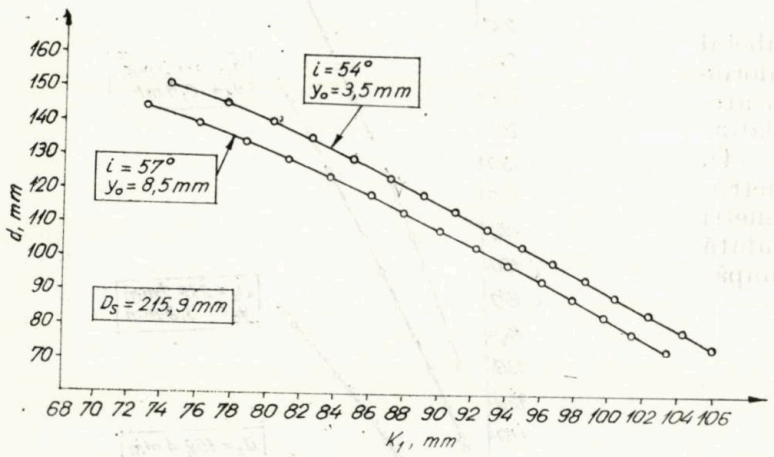


Fig. 7

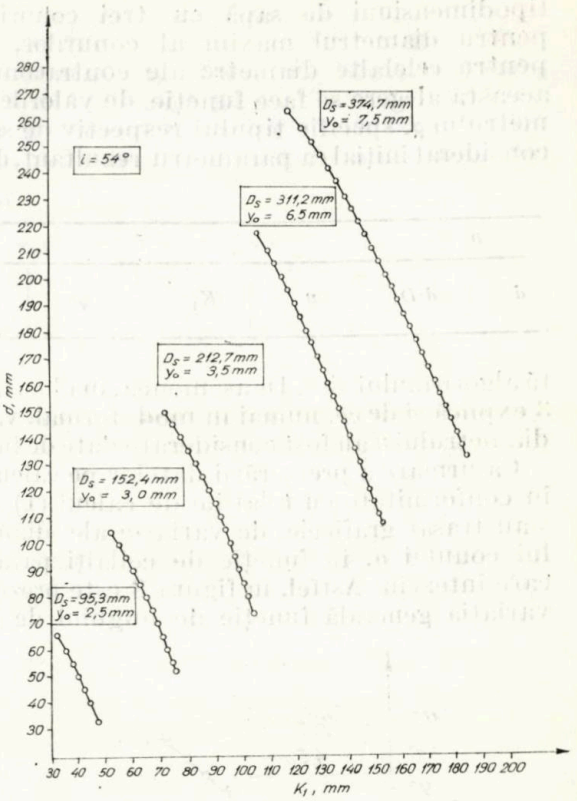


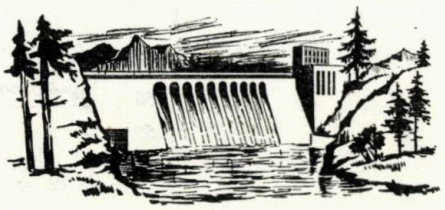
Fig. 8

programe, pentru optimizarea construcţiei sapei, studiul preciziei dimensionale a diametrului sapei etc.

Bibliografie

[1] Constantinescu, D. şi Mereanu, N.V. *Sape de foraj*, Ed. tehnică, Bucureşti, 1970.

[2] Constantinescu, D. ş.a. *Sape şi lărgitoare de foraj*, O.D.P.T., Bucureşti, 1973.



Biolog. **I. Irimieş** cercetător ştiinţific la I.C.P.M.S.N. Cluj Napoca
chimist **L. Szekely** inginer principal la I.C.P.M.S.N. Cluj Napoca
şi dr. **Fl. Paulian** şef sector la I.C.C.P.T. Fundulea

Suporturi granulare pentru pesticide din substanţe nemetalifere româneşti

Pesticidele granulare au înlocuit în ultimii ani, în mare măsură, pesticidele preparate sub formă de praf. Materialele suport ce se utilizează pentru aceste pesticide sînt, în general, substanţe nemetalifere ca: dolomită, calcare, bentonite, argile expandate, perlite expandate, tufuri vulcanice, feldspaţi. În unele ţări se utilizează şi răşini siliconice cu capacitate de absorbţie mare.

Insecticidele condiţionate sub formă de granule prezintă multiple avantaje faţă de cele condiţionate sub formă de pulberi.

a. Sub aspectul aplicării şi al eficacităţii:

- eficacitatea pentru un acelaşi insecticid şi o aceeaşi doză este superioară, prin faptul că se administrează localizat în zona de pericol maxim pentru plantă, respectiv pe rîndul culturilor; eficacitatea creşte de asemenea prin faptul că acţiunea este preventivă;
- administrarea nu este condiţionată de viteza curenţilor de aer, ca în cazul pulberilor, deoarece insecticidele granulate se introduc din bunker direct în sol sau se lasă la suprafaţa solului. În cazul combaterii unor dăunători ce impun lestarea insecticidului de la înălţime, prin greutatea lor, suportă viteze ale curenţilor, superioare celor admise pentru pulberi.

b. Sub aspectul economicităţii:

- deşi insecticidele condiţionate sub formă de granule, pentru un acelaşi insecticid şi o aceeaşi doză depăşesc preţul insecticidelor sub formă de pulberi, totuşi costul tratamentului la unitatea de suprafaţă se reduce cu circa 30%, ca rezultat al reducerii dozei de insecticid şi al eliminării costului lucrărilor speciale de administrare. Insecticidele granulate se administrează pentru insectele terricole odată cu semănatul.

c. Sub aspectul protecţiei mediului înconjurător:

- eliminarea completă a poluării atmosferei şi apelor;
- evitarea acumulării în corpul uman de agenţi chimici ce pot fi consideraţi noxe, prin inhalare directă sau prin consum de produse vegetale pe care s-au depus insecticidele ca pulberi;
- ocrotirea insectelor utile ca albinele melifere, polenizatorii, paraziţii şi prădătorii insectelor dăunătoare.

În prezent, se poate afirma că, în general, insecticidele sub formă de pulberi şi concentrate emulsionabile, utilizate împotriva dăunătorilor de sol, au fost înlocuite în foarte multe ţări cu insecticidele granulate. Există tendinţa de a condiţiona şi nematocidele sub formă de granule, iar în ultima vreme se înregistrează preocupări în direcţia eventualei granulări a ierbicidelor.

Condiţiile de calitate a suporturilor pentru pesticide granulare

Pentru prepararea pesticidelor granulare substanţele active necesită un suport de compoziţie corespunzătoare pentru îmbinarea stabilităţii chimice şi mecanice cu performanţe biologice bune.

Caracteristicile principale ale granulelor, care se urmăresc, sînt:

- greutatea specifică şi greutatea volumetrică sau numărul granulelor pe gram;
- capacitatea de absorbţie faţă de apă şi substanţe organice;
- capacitatea de umflare în apă;
- capacitatea de formare a prafului;
- granulaţia determinată pe site, care este una din caracteristicile de bază, urmărindu-se un grad de uniformitate cît mai mare.

Conţinutul în praf trebuie să fie cît mai redus din cauza pericolului de toxicitate şi a posibilităţii de supradozare locală.

Praful din suporturile sau pesticidele granulare se determină prin conţinutul de particule sub 40 sau 250 microni. Unele norme internaţionale admit de exemplu un conţinut de pînă la 5% sub 40 microni pentru microgranule sau 5% sub 250 microni pentru macrogranule. Capacitatea de formare a prafului la suporturile granulare se mai determină şi prin măcinare autogenă de o oră sau două ore într-o moară, imitîndu-se astfel procedeul de preparare a pesticidelor granulare. Creşterea în procente a

conținutului de granule sub 250 microni se consideră capacitatea de formare a prafului.

Suportul granular absorbant trebuie să aibă o suprafață internă mare, care este legată de porozitatea materialului și de diametrul microporilor. Suprafața internă este independentă de mărimea granulelor. La produsele macrogranulare de porozitate mare suprafața internă este practic identică cu suprafața specifică. Suprafața specifică la talc este de 1,8 — 15 m^2/g, la mică 2,6 m^2/g, la bentonite 200—400 m^2/g la rășini siliconice 200—300 m^2/g.

În unele cazuri este de dorit o dezintegrare rapidă a granulelor în sol sau pe sol după aplicare. Aceasta se obține cu suporturile care au capacitate de umflare ridicată cum ar fi bentonitele.

Pentru a obține un suport granular corespunzător trebuie să se ia în considerare proprietățile chimice și fizice ale substanței active cum ar fi : stabilitatea la hidroliză, caracterul electropozitiv sau electronegativ, volatilitatea, compatibilitatea față de suport, absorbția și descompunerea în sol precum și efectul biologic urmărit.

În cazul incompatibilității suportului cu substanța activă, aceasta se poate descompune, fie datorită unei reacții chimice directe, fie catalitic. La descompuneri spontane se pot produce și incendii.

Tehnologiile pentru obținerea suporturilor și pesticidelor granulare

Cea mai răspîndită metodă de obținere a pesticidelor granulare este metoda impregnării, care constă în injectarea substanței active lichide sau dizolvate într-un lichid organic nevolatil, peste granulele suport într-un amestecător.

Tehnologia de fabricare a pesticidelor granulare prin aglomerare nu este încă prea extinsă. Se efectuează o aglomerare a prafului suport prin rotire, după o umectare la 5—25 % apă sau suspensie de bentonită liant, în mod similar peletizării minereurilor de fier măcinate. Granulele trebuie uscate, cernute, zdrobite și iar cernute și în final condiționate cu substanță activă.

Procedeul de compactare, de asemenea utilizat mai restrîns, constă în trecerea suportului praf umectat cu adaos de liant prin tamburi cu role de oțel. Praful este compactat sub presiune ridicată la o temperatură de circa 80°C. Stratul compactat se dezintegrează în granule și se cerne fracțiunea utilă.

Extruderea sau macaronarea se realizează prin presarea unei paste din praf umectat, prin ochiuri cu deschidere redusă. Un cuțit rotativ taie macaroanele în bucăți mici, materialul se usucă și se condiționează.

Un alt procedeu de preparare a pesticidelor granulare este microcapsularea care se obține prin coacervare, prin acțiunea interfacială la polimerizarea monomerilor sau prin metode fizice ca îmbrăcarea prin suflare a particulelor în pat fluidizant, dar aceasta nu este utilizată pe scară largă în prezent.

Suporturi granulare din materii prime românești

S-au studiat produsele și unele subproduse obținute dintr-o serie de zăcăminte din țara noastră pentru fabricarea unor insecticide de tipul lindan, bromofos, carbaril, disulfoton din care s-au preparat loturi experimentale. Testele utilizate au fost cele cunoscute pe plan internațional în prezent.

În tabelul 1 sînt prezentate principalele caracteristici fizice ale unor suporturi granulare românești din calcar, dolomită și feldspat.

În tabelul 2 sînt redate compozițiile chimice.

Se observă că produsele corespund din punctul de vedere al prăfuirii dar dolomitele studiate au o capacitate de absorbție scăzută. Totuși ele corespund pentru a fi utilizate în cazul preparării pesticidelor cu o substanță activă lichidă la care adaosul nu depășește 5—10 %.

În tabelele 3 și 4 sînt prezentate principalele caracteristici fizice, respectiv compoziția chimică a unor suporturi românești din bentonite, caolin expandat, argilă expandată și perlit expandat.

Dintre produsele românești bentonita de Orașul Nou s-a dovedit cea mai indicată, precum și bentonitele de Tufări și Gura Sada. Dintre produsele expandate, atît caolinul cît și argila sînt la nivelul celor utilizate în alte țări.

În figura 1 sînt redate capacitățile de absorbție față de uleiul tr. 2004 care s-a ales pe considerentul că are viscozitatea scăzută de 3,5° Engler la 20°C. În figurile 2 și 3 sînt redate capacitățile de absorbție față de petrol și xilen, iar în figura 4 sînt redate capacitățile de umflare în apă după Enslin a suporturilor granulare.

Diagrama din figura 5 arată capacitatea de formare a prafului după una și după două ore de măcinare autogenă într-o moară care s-a încărcat cu 40 % din volumul ei cu granule. Moara s-a acționat cu o viteză de rotație de 100 rot./min în regim similar cu cel în care se efectuează condiționarea pesticidelor granulare.

În figura 6 sînt prezentate variantele principale de flux tehnologic pentru produsele cercetate.

Dintre aceste produse cele mai recomandate pentru fabricarea pesticidelor granulare de tipul lindan și bromofos sînt bentonitele de Tufări, Gura Sada, Oraș Nou și Răzoare. Bentonitele de Banța și Oarda Ciugud au p*H*-ul prea ridicat pentru a asigura stabilitatea substanței active.

Tabelul 1

Caracteristicile suporturilor granulare de calcar, dolomite, feldspat

Denumirea materialului	Greutatea volumetrică, g/cm³	Greutatea specifică g/cm³	Apa absorbită în atmosferă umedă, %		Granulația, mm	M. 50, mm	G.U., %	pH
			la 24h	la 120 h				
Calcar Cuciulat	1,37	2,53	0,48	0,66	0,4—1,25	0,8	77	6,8—7
Talc-dolomită Zlaşti	1,49	2,26	0,41	0,55	0,4—1,6	0,7	50,5	6,8—7
Dolomită Buru	1,37	2,69	0,13	0,13	0,4—1,25	0,56	55	6,8—7
Dolomită Voşlobeni	1,29	2,54	0,28	0,28	0,4—1,25	0,82	80	6,8—7
Feldspat Muntele Rece	1,17	2,37	0,4	0,63	0,4—1,25	0,76	73	6,8—7

Tabelul 2

Compoziția chimică a suporturilor granulare de calcar, dolomite, feldspat

Denumirea materialului	P.C., %	SiO_2, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	CaO, %	MgO, %	K_2O, %	Na_2O, %
Calcar Cuciulat	42,15	2,68	1,68	0,11	52,58	0,40	0,16	0,14
Talc-dolomită Zlaşti	39,1	10,02	0,18	0,18	37,06	12,75	0,002	0,014
Dolomită Buru	45,04	2,42	1,03	0,17	33,08	18,22	—	—
Dolomită Voşlobeni	38,57	3,45	1,74	0,16	53,20	2,90	—	—
Feldspat Muntele Rece	0,85	67,87	19,37	0,46	1,01	0,28	4,10	6,12

Tabelul 3

Caracteristicile fizice ale suporturilor granulare de bentonite şi argile expandate

Denumirea materialului	Greutatea volumetrică, g/cm³	Greutatea specifică, g/cm³	Apa absorbită în atmosferă umedă, %		Granulația, mm	M. 50, mm	G.U., %	pH
			la 24 h	la 120 h				
Bentonită Răzoare	1,39	2,36	3,8	4,7	0,25—0,85	0,36	64	6,8—7,0
Bentonită Tufări	0,96	2,41	14,0	18,0	0,4—1,6	0,8	59,5	6,8—7,0
Bentonită Gura Sada	0,68	2,16	7,5	8,7	0,4—1,6	0,84	71,5	6,8—7,0
Bentonită Oarda Ciugud	0,85	2,16	7,1	7,6	0,4—1,6	0,82	59	7,4—7,6
Bentonită Oraş Nou	0,68	2,04	12,0	13,4	0,4—1,6	0,90	66	6,8—7,0
Bentonită Banţa	0,89	2,15	4,5	5,5	0,4—1,6	0,80	60,5	7,2—7,6
Caolin expandat	0,84	2,14	1,9	3,03	0,4—2,0	1,08	71,5	6,8—7,0
Argilă expandată	0,63	2,43	1,75	1,95	0,4—2,0	0,86	67,5	6,8—7,0
Perlit expandat	0,085	2,43	1,75	1,95	0,4—2,0	0,6	38,5	7,2—7,4

Tabelul 4

Compoziția chimică a suporturilor granulare de bentonite şi argile expandate

Denumirea materialului	P.C., %	SiO_2, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	CaO, %	MgO, %	K_2O, %	Na_2O, %
Bentonită Răzoare	12,34	37,22	22,10	1,20	15,40	3,40	0,95	0,36
Bentonită Tufări	9,87	55,77	18,34	6,70	4,48	2,94	0,85	0,46
Bentonită Gura Sada	10,73	64,14	11,18	3,40	6,93	1,95	1,10	0,60
Bentonită Oarda Ciugud	7,10	64,61	16,01	2,90	7,00	0,10	1,05	1,28
Bentonită Oraş Nou	8,75	69,56	15,35	2,05	1,96	1,34	0,54	0,58
Bentonită Banţa	7,40	64,20	13,58	2,75	4,20	3,40	1,35	2,55
Caolin expandat	5,50	61,88	28,70	1,86	0,59	0,20	0,90	0,16
Argilă expandată	9,96	50,74	31,38	3,0	0,56	0,51	2,40	0,55
Perlit expandat	1,78	74,58	13,06	1,20	1,63	0,48	4,30	2,80

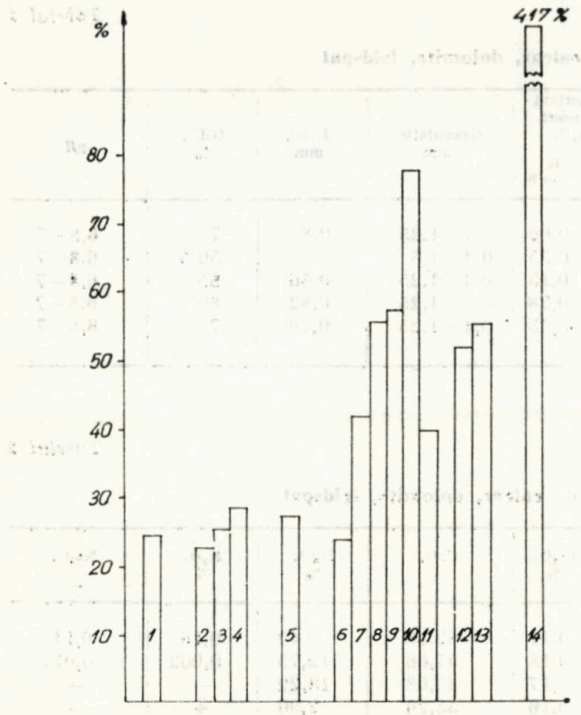


Fig. 1. Capacitatea de absorbţie faţă de ulei a suporturilor granulare după 45 minute:
1 – calcar Cuciulat; *2* – dolomită Zlaşti; *3* – dolomită Voşlobeni; *4* – dolomită Buru; *5* – feldspat Muntele Rece; *6* – bentonită Răzoare; *7* – bentonită Tufări; *8* – bentonită Gura Sada; *9* – bentonită Oarda Ciugud; *10* – bentonită Oraş Nou; *11* – bentonită Banţa; *12* – argilă expandată; *13* – caolin expandat; *14* – perlit expandat.

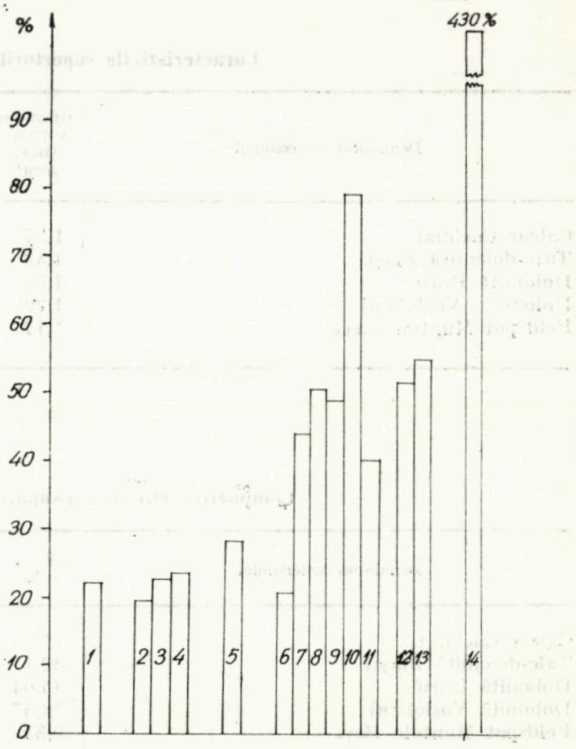


Fig. 3. Capacitatea de absorbţie faţă de xilen a suporturilor granulare după 45 minute:
1 – calcar Cuciulat; *2* – dolomită Zlaşti; *3* – dolomită Voşlobeni; *4* – dolomită Buru; *5* – feldspat Muntele Rece; *6* – bentonită Răzoare; *7* – bentonită Tufări; *8* – betonită Gura Sada; *9* – bentonită Oarda Ciugud; *10* – bentonită Oraş Nou; *11* – bentonită Banţa; *12* – argilă expandată; *13* – caolin expandat; *14* – perlit expandat.

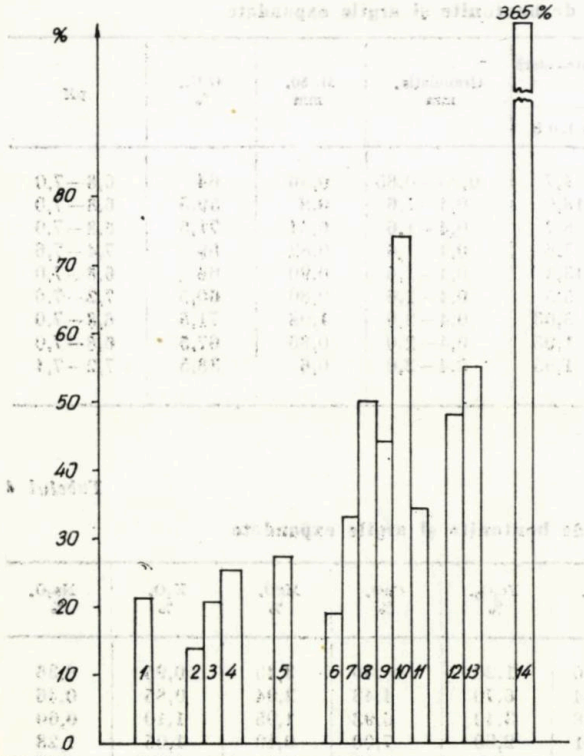


Fig. 2. Capacitatea de absorbţie faţă de petrol a suporturilor granulare după 45 minute:
1 – calcar Cuciulat; *2* – dolomită Zlaşti; *3* – dolomită Voşlobeni; *4* – dolomită Buru; *5* – feldspat Muntele Rece; *6* – bentonită Răzoare; *7* – bentonită Tufări; *8* – bentonită Gura Sada; *9* – bentonită Oarda Ciugud; *10* – bentonită Oraş Nou; *11* – bentonită Banţa; *12* – argilă expandată; *13* – caolin expandat; *14* – perlit expandat.

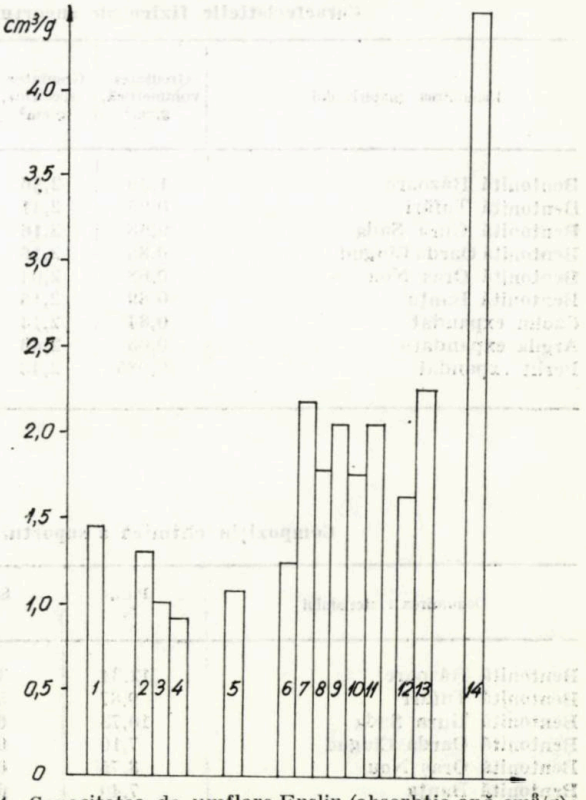


Fig. 4. Capacitatea de umflare Enslin (absorbţie apă cm^3/g):
1 – calcar Cuciulat; *2* – talc – dolomită Zlaşti; *3* – dolomită Buru; *4* – dolomită Voşlobeni; *5* – feldspat Muntele Rece; *6* – bentonită Răzoare; *7* – bentonită Tufări; *8* – bentonită Gura Sada; *9* – bentonită Oarda Ciugud; *10* – bentonită Oraş Nou; *11* – bentonită Banţa; *12* – caolin expandat; *13* – argilă expandată; *14* – perlit expandat.

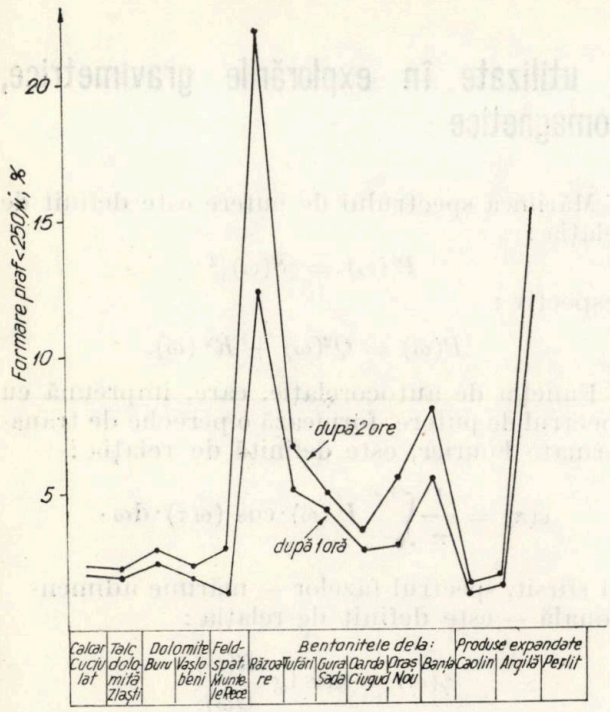


Fig. 5. Capacitatea de formare a prafului la suporturile granulare după măcinare autogenă.

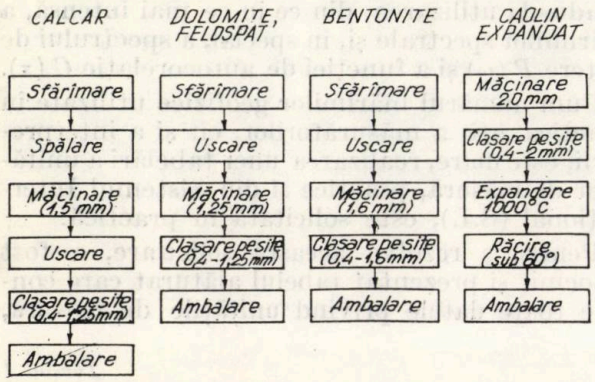


Fig. 6. Variante de flux tehnologic.

Calcarul de Cuciulat, dolomitele şi feldspatul, pe lîngă bentonite, ar fi corespunzătoare pentru prepararea pesticidelor granulare pe bază de heptaclor şi bromofos. Pentru realizarea insecticidelor pe bază de carbaril, disulfoton sau a nematocidelor se consideră mai recomandate produsele granulare pe bază de feldspat, bentonită sau caolin şi argilă expandată.

Perlitul expandat prezintă deficienţa de a avea un p*H* prea ridicat şi o greutate volumetrică prea scăzută pentru a satisface condiţiile cerute de pesticidele granulare clasice, chiar dacă are o capacitate foarte mare de absorbţie.

Pe piaţa internaţională există un deficit mare la materiale suport pentru pesticide granulare din cauza lipsei de suport granular, respectiv de echipament corespunzător pentru producerea acestora.

În prezent este în curs executarea unui flux industrial de producere a suporturilor granulare pe bază de bentonită.

BIBLIOGRAFIE

[1] Babaev, N. V. *Eficienţa tratamentului chimic al sevinurilor la trifoi.* Zasc. Rost. vol. 16 nr. 6, Iun. 1971.

[2] Bedin, D. P. *Gîndacul ovăzului în Kazahstan.* Zasc. Rost. vol. 16 nr. 6, 1971.

[3] Baicu, T. *Probleme de protecţia plantelor* Ed. Academia de Ştiinţe Agricole, Bucureşti 1972.

[4] Entley, W. J., Blue, D. C., şi Stansburg, H. A. *Tehnici utilizate în condiţionarea sevinului.* Farm. Chemicale, Iune, 1965.

[5] Iouanneau, M. *Ce este temik.* Defense Veg, An 25 nr. 147, 1971.

[6] De. Pew J. *Aprecierea tratamentelor foliare şi la sol pentru combaterea lui Schizaphis graminum pe sorg.* I. Econ. Entomol. vol. 64 nr. 1 Febr. 1971.

[7] Randolph, N. M. ş. a. *Insecticide spraya and granules for control the suyarcane barer an grain sorghum* I. Econ. Entomol. 60 (3) 1967

[8] Srivasteva, M. G. *Granular pesticides in paddy cultivation* Pesticides 1971, 5 (2).

[9] Sedro, V. M., Ghelierin, E. N. şi Scerdatih, I. I. *Uscarea pesticidelor granulare în straturi spendofluidizate.* Himiceskaia promîşlenost 1970, 7 (69).

[10] Takaschi Ohno ş. a. *Determination of 2,4 — dichlorphenyl p. nitrophenyl ether (NIP) in granules containing BHC and NIP by gas liquid chromatography. Noyaku Seisan Gijutsu 15, 1966 Japan.*

[11] Velniceriu, A. *Referat asupra obţinerii pesticidelor granulate.* 1972.

[12] Watkins T. C. şi Norton L. B. *Handbook of Insecticide dust diluents and Carrieres.* Dorland Books Caldwell, New Jersey 1955.

[13] Zeiser, O. *Granular Pesticides.* Publicaţie de la Congresul Internaţional de Industria Pesticidelor Bucureşti 1972.

[14] Irimieş, I. şi Szekely L. L. *Cercetări pentru prepararea materialelor suport pentru pesticide granulare din substanţe nemetalifere.* Simpozion ICEMIN, Bucureşti, iunie 1973.

Folosirea televiziunii în extracţia submarină a petrolului

Firma Thomson a prezentat la Oceanexpo 74 un sistem de televiziune submarină în circuit închis pentru vasele de foraj, care permite executarea în cele mai bune condiţii a operaţiilor de amplasare şi introducere a sculelor de foraj, precum şi supravegherea şantierului submarin la adîncimi între 600 şi 1000 m.

Primele echipamente vor fi montate la vasele norvegiene care vor intra în serviciu în al doilea semestru al anului 1975.

L'Industrie du Pétrole en Europe, nov., dec. – 1974 p. 112

Noile zăcăminte petrolifere din Mexic

Zăcămintele petrolifere descoperite recent în Mexic au depăşit aşteptările, încît pot fi comparate cu cele din Golful Arabo-Persic. Se studiază în prezent dacă cele 4 zăcăminte cunoscute: Sito Grande, Cactus, Samaria şi Cunduacan, adiacente sau părţi din acelaşi zăcămînt.

Rezervele sînt evaluate la 3,2 miliarde tone, iar producţia de petrol, care în 1974 a fost de 103 200 t/zi, va creşte în anul 1975 la 130 000 t/zi.

L'industrie du Pétrole en Europe, nov. dec. 1974, p. 109

Prof. dr. ing. D. Milcoveanu

Unitățile de măsură ale mărimilor spectrale utilizate în explorările gravimetrice, magnetice și aeromagnetice

Utilizarea în prezent a unei aparaturi moderne, de înaltă sensibilitate, pentru efectuarea explorărilor gravimetrice, magnetice și aeromagnetice, a condus la elaborarea unor tehnici noi pentru interpretarea măsurătorilor de teren.

Printre aceste tehnici, cea care a depășit cu succes exigențele practicii este metoda de interpretare bazată pe analiza spectrală (armonică, frecvențială, Fourier) introdusă în geofizica aplicată în 1954.

Dacă $g(x)$, funcție reală și integrabilă în intervalul $(-\infty, +\infty)$, reprezintă anomalia geofizică studiată, transformarea lui Fourier aplicată acestei funcții conduce la mărimea spectrală denumită spectrul frecvențelor :

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot e^{-j\omega x} \cdot \mathrm{d}x$$

sau :

$$S(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot \cos(\omega x) \cdot \mathrm{d}x + j \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot \sin(\omega x) \cdot \mathrm{d}x$$

respectiv :

$$S(\omega) = Q(\omega) + j\, R(\omega)$$

cu notațiile :

$$Q(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot \cos(\omega x) \cdot \mathrm{d}x$$

$$R(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} g(x) \cdot \sin(\omega x) \cdot \mathrm{d}x.$$

Mărimea spectrului de putere este definit de relația :

$$P(\omega) = |S(\omega)|^2$$

respectiv :

$$P(\omega) = Q^2(\omega) + R^2(\omega).$$

Funcția de autocorelație, care, împreună cu spectrul de putere, formează o pereche de transformate Fourier, este definită de relația :

$$c(\tau) = \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} P(\omega) \cdot \cos(\omega\tau) \cdot \mathrm{d}\omega \cdot$$

În sfîrșit, spectrul fazelor — mărime adimensională — este definit de relația :

$$\varphi(\omega) = \operatorname{arc\,tg} \frac{R(\omega)}{Q\omega)} \cdot$$

Rezultatele încurajatoare care au urmat aplicării acestei tehnici noi de interpretare au condus la utilizarea, din ce în ce mai intensă, a mărimilor spectrale și, în special, a spectrului de putere $P(\omega)$ și a funcției de autocorelație $C(\tau)$.

Cum numărul mărimilor geofizice utilizate în practica, atît a măsurătorilor, cît și a interpretării, este mare, realizarea unei tabelări a unităților de măsură, practice și din Sistemul Internațional (S.I.), este solicitată în practică.

Pentru a rezolva această solicitare, a fost întocmit și prezentat tabelul alăturat care conține toate datele privind unitățile de măsură,

Tabelul 1

Unitățile practice și S. I. ale mărimilor spectrale utilizate în explorările gravimetrice, magnetice și aeromagnetice

Nr. crt.	Mărimea			Unitatea		Val. echival. a unit. practice în unit. S.I.
	Denumire	Simbol	Termen dimens.	Practică	S.I.	
	1	2	3	4	5	6
	a. *Mărimi gravimetrice*					
1	Spectrul de frecvență al gravitației	S_g	$L^2 \cdot T^{-2}$	mgal. km	$m^2 \cdot s^{-2}$	1 mgal. km = $=10^{-2}\ m^2 \cdot s^{-2}$
2	Spectrul de frecvență al gradientului vertical (orizontal) al gravitației	S_{gz} iS_{gx}	$L \cdot T^{-2}$	E · km	$m \cdot s^{-2}$	1 E · km = $=10^6\ m \cdot s^{-2}$
3	Spectrul de frecvență al derivației a doua după verticală a gravitației	S_{gzz}	T^{-2}	E	s^{-2}	1 E = $=10^{-9} \cdot s^{-2}$
4	Spectrul puterii gravitației	P_g	$L^4 \cdot T^{-4}$	$mgal^2 \cdot km^2$	$m^4 \cdot s^{-4}$	1 $mgal^2 \cdot km^2$ = $=10^{-4} \cdot m^4 \cdot s^{-4}$

(Continuare tabelul 1)

	1	2	3	4	5	6
5	Spectrul puterii gradientului vertical (orizontal) al gravitației	P_{g_z}; P_{g_x}	$L^2 \cdot T^{-4}$	$E^2 \cdot km^2$	$m^2 \cdot s^{-4}$	$1E^2 \cdot km^2 = 10^{-2}\, m^2 \cdot s^{-4}$
6	Spectrul puterii derivatei a doua după verticală a gravitației	$P_{g_{zz}}$	T^{-4}	E^2	s^{-4}	$1E^2 = 10^{-18} \cdot s^{-4}$
7	Funcția de autocorelație a gravitației	C_g	$L^3 \cdot T^{-4}$	$mgal^2 \cdot km$	$m^3 \cdot s^{-4}$	$1\ mgal^2km = 10^{-7} \cdot m^3 \cdot s^{-4}$
8	Funcția de autocorelație a gradientului vertical (orizontal) al gravitației	C_{g_z}; C_{g_x}	$L \cdot T^{-4}$	$E^2 \cdot km$	$m \cdot s^{-4}$	$1E^2 \cdot km = 10^{-15} \cdot m \cdot s^{-4}$
9	Funcția de autocorelație a derivatei a doua după verticală a gravitației	C_{gzz}	$L^{-1} \cdot T^{-4}$	$E^2 \cdot km^{-1}$	$m^{-1} \cdot s^{-4}$	$1\ E^2 \cdot km^{-1} = 10^{-21} \cdot m^{-1} \cdot s^{-4}$
	b. *Mărimi magnetice*					
10	Spectrul de frecvență al componentei verticale (orizontale) a cîmpului magnetic	S_z; S_H	I	$\gamma \cdot km$	A	$1\ \gamma \cdot km = 4\pi \cdot 10 \cdot A$
11	Spectrul de frecvență al gradientului vertical al componentei verticale a cîmpului magnetic	S_{Z_z}	$L^{-1} \cdot I$	γ	$A \cdot m^{-1}$	$1\gamma = 4\pi \cdot 10^{-2} \cdot A \cdot m^{-1}$
12	Spectrul puterii componentei verticale (orizontale) a cîmpului magnetic	P_Z; P_H	I^2	$\gamma^2 \cdot km^2$	A^2	$1\gamma^2 \cdot km^2 = 16\,\pi^2 \cdot 10^2 \cdot A^2$
13	Spectrul puterii gradientului vertical al componentei verticale a cîmpului magnetic	P_{Z_z}	$L^{-2} \cdot I^2$	γ^2	$A^2 \cdot m^{-2}$	$1\,\gamma^2 = 16\pi^2 \cdot 10^{-4} \cdot A^{-2} \cdot m^{-2}$
14	Funcția de autocorelație a componentei verticale (orizontale) a cîmpului magnetic	C_Z; C_H	$L^{-1} \cdot I^2$	$\gamma^2 \cdot km$	$A^2 \cdot m^{-1}$	$1\ \gamma^2 km = 16\pi^2 \cdot 10 \cdot A^2 \cdot m^{-1}$
15	Funcția de autocorelație a gradientului vertical al componentei verticale a cîmpului magnetic	C_{Z_z}	$L^{-3} \cdot I^2$	$\gamma^2 \cdot km^{-1}$	$A^2 \cdot m^{-3}$	$1\gamma^2\, km^{-1} = 16\pi^2 \cdot 10^{-7} \cdot A^2 \cdot m^{-3}$
	c. *Mărimi din aeromagnetometrie*					
16	Spectrul de frecvență al intensității totale a cîmpului magnetic	S_T	I	$\gamma \cdot km$	A	$1\gamma\ km = 4\pi \cdot 10 \cdot A$
17	Spectrul de frecvență al pătratului intensității totale a cîmpului magnetic	S_T^2	$L^{-1} \cdot I^2$	$\gamma^2 \cdot km$	$A^2 \cdot m^{-1}$	$1\ \gamma^2\, km = 16\pi^2 \cdot 10 \cdot A^2 \cdot m^{-1}$
18	Spectrul puterii intensității totale a cîmpului magnetic	P_T	I^2	$\gamma^2 \cdot km^2$	A^2	$1\ \gamma^2 \cdot km^2 = 16\pi^2 \cdot 10^2 \cdot A^2$

(Continuare tabelul 1)

	1	2	3	4	5	6
19	Spectrul puterii pătratului intensităţii totale a cîmpului magnetic	P_{T^2}	$L^{-2} \cdot I^4$	$\gamma^4 \cdot km^2$	$A^4 \cdot m^{-2}$	$1\ \gamma^4 \cdot km^2 = 16^2 \cdot \pi^4 \cdot 10^{-2} \cdot A^4 m^{-2}$
20	Funcţia de autocorelaţie a intensităţii totale a cîmpului magnetic	C_T	$L^{-1} \cdot I^2$	$\gamma^2 \cdot km$	$A^2 \cdot m^{-1}$	$1\ \gamma^2 \cdot km = 16\pi^2 \cdot 10 \cdot A^2 \cdot m^{-1}$
21	Funcţia de autocorelaţie a pătratului intensităţii totale a cîmpului magnetic	C_{T^2}	$L^{-3} \cdot I^4$	$\gamma^4 \cdot km$	$A^4 \cdot m^{-3}$	$1\gamma^4 \cdot km = 16^2 \cdot \pi^4 10^{-3} \cdot A^4 \cdot m^{-3}$

practice şi S.I., ale mărimilor utilizate curent în analiza spectrală a explorărilor gravimetrice, magnetice şi aeromagnetice.

În vederea unei acordări a unităţilor practice la Sistemul Internaţional (S.I.), aşa cum indică legislaţia din ţara noastră, sînt prezentate în acelaşi tabel, valorile echivalente, în unităţi S.I., ale unităţilor practice.

Bibliografie

[1] Sheriff, R.E. *Glossary of terms used in Geophysical Exploration.*

[2] *Geophysics*, vol. 33, nr. 1, febr. 1968 şi vol. 34, nr. 2, aprilie 1969.

Noi utilaje asimilate în R.S.R. pentru industria extractivă

Ventilatorul pneumatic de mină tip VP-500 R

Este destinat aerajului parţial în minele de minereuri şi cărbuni grizutoase şi poate funcţiona cu sarcină la aspiraţii sau cu sarcină la refulare.

Este un ventilator cu randament superior celor fabricate pînă în prezent şi cu o construcţie simplificată.

Caracteristici tehnice	UM	
— Debitul de aer transportat	m^3/s	3,33
— Presiunea totală creată	milibari	14
— Suprapresiunea aerului comprimat de acţionare	milibari	4
— Consumul de aer comprimat	m^3/s	0,12
— Randamentul izotermic	%	22,5
— Diametrul interior	mm	500
— Masa netă	kg	129

Producător : Uzina UNIO — Satu Mare

Vagonet navetă pentru transport minier pe cale ferată de 4,5 şi de 9 m^3

Este un vehicul care are o capacitate de încărcare şi transport superioară tuturor celor similare fabricate pînă în prezent în ţară.

El este dotat cu un transportor cu raclete plasat la partea inferioară a cutiei vagonetului, cu ajutorul căruia se face repartizarea uniformă a materialului în cutie, la încărcarea acesteia (manual sau mecanizat — cu maşini de încărcat). Acelaşi transportor serveşte şi la descărcarea completă a vagonetului.

Vagonetele navetă pot fi utilizate atît individual cît şi în tren ; în acest din urmă caz vagonetele se pot încărca în lanţ cu ajutorul transportoarelor cu care sînt dotate.

Caracteristici tehnice	*UM*	*tip 4,3m^3*	*tip 9m^3*
— Capacitatea portantă	tone	15	22
— Greutate proprie	tone	6,5	10,8
— Timpul de descărcare	minute	1,5	2
— Viteza max. a lanţului transp.	m/s	0,1775	0,1775
— Unghiul de rotire a boghiului faţă de axa cutiei	grade	25	30
— Viteza maximă de deplasare a vagonetului navetă	km/h	20	20
— Raza minimă de curbură în care se poate înscrie vagonetul	m	10	15

— Producător : Uzina de Utilaj Minier şi Reparaţii Criscior

ȘTIRI

Folosirea mașinii de încărcat EIMCO împreună cu o instalație de perforare cu braț

În prezent o mașină de încărcat cu descărcare laterală tip EIMCO 627 introdusă în industria minieră engleză realizează operații de încărcare eficiente într-o galerie de deschidere majoră de la mina de cărbune Dawdon în Co. Durham (bazinul NE al NCB).

Modelul 627 a fost realizat pentru a fi întrebuințat, atît pentru săparea de galerii de pe continent, cît și pentru galeriile cu secțiune mare, care reprezintă o parte dintr-un nou plan de deschidere a minelor de cărbune din Anglia. El completează seria existentă de mașini de încărcat EIMCO și sînt proiectate pentru încărcări de capacitate mare în combinație cu transportoare cu bandă sau vagoane de mină.

La mina de cărbune Dawdon mașina lucrează în galeria principală de transport care iese sub mare pe o lungime programată de 1 371 m. Ea străbate un strat de cărbune de 812 mm acoperit de un strat de gresie de 2 286 mm și este susținută cu elemente circulare TH de 4 572 × 3 048 mm. Încărcarea este executată cu modelul 627, care descarcă printr-o platformă de alimentare pe un transportor cu bandă extensibil de 914 mm lățime. O caracteristică deosebită a mașinii este viteza mare de încărcare într-un ciclu, ceea ce permite evacuarea materialului rezultat dintr-un salt în 30 — 35 mm.

Modelul 627 este echipat cu o cupă de mare capacitate de 1,2 m³. Ca și alte modele din această serie, acesta poate descărca la stînga, la dreapta sau în fața mașinii, fiind acționat de un electromotor antigrizutos de 65 CP la 500/1 100 volți. Transmisia complet hidraulică, în care fiecare șenilă este acționată de un motor hidraulic dirijat separat, dă o forță de pătrundere excelentă și manevrare ușoară a mașinii. Lățimea la șenile este de 1 448 mm și deasupra cupei de 2 121 mm, în timp ce înălțimea cupei ridicate este de 1 905 mm. Încărcătura maximă este de 4 082 kg și forța de smulgere a cupei cu vîrfuri la 55° este de 6 125 kg.

Un braț perforator hidraulic a fost adaptat cu succes la mașina de încărcat EIMCO 625 cu descărcare laterală a cupei, brațul fiind astfel proiectat încît să fie un subansamblu permanent atașat de mașina de încărcat standard însă cu posibilitatea de a putea fi rotit într-o parte în cursul operației de evacuare a materialului din front. Această mașină cu două destinații, este în prezent în funcțiune în mai multe mine de cărbune și avantajele care ies în relief prin folosirea ei arată o eficiență mai ridicată, manoperă mai puțină, protecția muncii mai mare și nu mai puțin important ușurarea muncii.

La o mină din Anglia se folosesc 4 mașini de încărcat EIMCO 625 prevăzute cu brațe cu perforator, toate lucrînd la săparea galeriilor de pregătire a abatajelor frontale. Utilajele din galeria colectoare cuprind o estacadă de încărcare de 65 CP, cu o bandă transportoare de 900 mm cu viteza de 1,75 m/s și brațul de perforare EIMCO 625. Drenarea metanului se execută cu găuri la vatră plasate în galerie la distanță de 20 yarzi una de alta.

Galeria este susținută cu elemente din oțel de 4,2 × 3,0 m în cîmpuri de 0,6 m. Bandajarea se face cu plasă din oțel după care se fixează distanțierii. Sterilul care se excavează din acoperiș este de tărie medie.

Cu ajutorul brațului perforator se execută 6—8 găuri de mină cu diametrul de 46 mm și lungimea de 1,8 m pentru un salt. Apa alimentată prin perforator împiedică formarea prafului în cursul operației de perforare. Împușcarea se face cu explozivul Penobel, capse milsecundă și buraj cu fiole cu gel, iar aprinderea cu un explozor pentru 12 găuri. După împușcare brațul de perforare se rotește în poziție de staționare pe partea laterală a mașinii, astfel ca să nu împiedice operația de încărcare. În fiecare zi mașina 625 deplasează 42,5 m³ de steril în cea mai mare parte pe estacada de încărcare, dar o parte este folosit pentru construirea manuală a coastelor de rambleu pentru galeria colectoare.

Brațul și perforatorul sînt acționate hidraulic, folosind un sistem normal de alimentare hidraulică aflat pe partea laterală a încărcătorului și comandat prin robinete. În cursul operațiilor de perforare, alimentarea hidraulică la cupă și brațele încărcătorului este întreruptă cu ajutorul unui robinet de comandă pentru ca să nu funcționeze accidental. Alimentarea hidraulică la robinetele de tracțiune ale încărcătorului se menține în funcțiune în cursul operațiilor de perforare pentru a poziționa mașina după necesitate.

Timpul cerut pentru a trece de la operația de încărcare la aceea de perforare sau invers, este de circa 4 minute, iar pentru instruirea unui mecanic sînt suficiente trei schimburi.

The Mining Engineer, iunie 1975, p. 450

Despre structura și dezvoltarea industriei cărbunelui în R.P. Polonă

În prezent, R.P. Polonă este a patra țară producătoare de cărbune din lume și producția în ultimul an a fost de aproape 3,5 ori mai mare decît aceea realizată în 1946. Producția de cărbune în 1974 a fost de 162 mil. t, iar productivitatea pe om și schimb a crescut cu 3,2 t între anii 1959 și 1974. Energia electrică în Polonia se bazează pe huilă și cărbune brun, în lume această țară fiind a doua după Uniunea Sovietică în furnizarea orașelor și industriei, cu energie termică din surse cu încălzire centrală; aproape toate orașele mai mari primesc căldură de la centrale termo-electrice și din instalații de încălzire în care se arde aproape exclusiv cărbunele.

În ce privește metodele de exploatare, pînă în prezent aproape toate abatajele frontale sînt dotate cu mașini de tăiat și încărcat sau pluguri de cărbune și 86% din ele sînt susținute cu oțel. Circa 30 % din producție rezultă din 192 abataje frontale cu susținere pășitoare.

În Polonia, proiectarea minieră a devenit o nouă ramură a științei începînd de la sfîrșitul celui de al doilea război mondial. Institutul Central de Cercetări și Proiectări pentru Industria Minieră, care cuprinde 3000 de specialiști de înaltă calificare, este responsabil de planificarea investițiilor miniere pe 25 ani; 16 mine și alte 41 modernizate au fost date în funcțiune pînă în anul 1975. Experiența cîștigată prin dezvoltarea integrală a regiunilor miniere a arătat fără nici o îndoială că viitorul mineritului este al unităților mari de producție.

Pentru a satisface cererile viitoare de combustibil și energie se cer multe de la industria minieră a cărbunelui, atît în anul 1975 cît și pentru realizarea planului de cinci ani pînă în 1980. Pentru a satisface cererile pe anul 1975 este necesară realizarea unei producții de 170 mil. t, cu 8 mil. t mai mult decît în 1974. După aceea este necesară o creștere progresivă pentru a atinge nivelul de 200 mil. t în 1980.

The Mining Engineer, iunie 1975, p. 478

Zăcăminte de uraniu în Italia

În apropierea localității Viterbo (la 70 km nord-vest de Roma) s-a descoperit un zăcămînt cu o rezervă de 10 000 t uraniu. Minereul are un conținut de 500 g/t uraniu. În aceeași zonă, la sud de Viterbo pînă la lacul Biraciano, se găsesc alte corpuri de minereu și prin aceasta rezerva de uraniu va crește.

Un alt zăcămînt a fost cercetat la nord-est de Bergamo, pe valea Seriana, unde s-au determinat rezerve sigure de 1 500 t oxid de uraniu, ceea ce echivalează cu 1 300 t uraniu metalic. Explorările fiind în curs, este foarte probabil ca rezervele sigure din această zonă să se mărească.

Glückauf, nr. 10, 1975, p. 464 și nr. 13, 1975 p. 602

Procedeu pentru ignifugarea lemnului de mină și evitarea putrezirii

Procedeul care face obiectul invenției brevetată cu DBP nr. 1 792 149, clasa 38 h, 2/01 (titular Chem. Fabrik Kalk GmbH) este o perfecționare a metodei cunoscute de a aplica cu aer comprimat clorura de calciu sau de magneziu, în grăunți

fini pe suprafața lemnului. Noutatea constă că se aplică o cantitate de 0,15—0,6 kg clorură pe1 m² de suprafață a lemnului, iar granulația sării trebuie să fie peste 80 % sub 1 mm și peste 60 % sub 0,3 mm. Rezultate mai bune se obțin dacă clorurile conțin și un agent de umezire în proporție de 0,5 — — 10 % din greutate.

Glückauf nr. 13, 1975, p. 603

Se extinde gazeificarea subterană a cărbunelui

În statul Virginia de Vest (S.U.A), se face a doua experimentare la scară industrială de gazeificare in situ a unui strat subțire de cărbune. Prima experimentare începută în anul 1972, într-un strat gros din statul Wyoming, este în curs. Noua experimentare trebuie să arate rezultatul economic al gazeificării unui strat subțire de cărbune. Se folosesc găuri paralele forate de la suprafața care traversează diagonal stratul. Căldura necesară transformării cărbunelui în gaze va proveni din combustia parțială a cărbunelui, întreținută prin injecție de aer sub presiune. Gazele vor ajunge la suprafață prin găurile de foraj. Costul cercetărilor eșalonate pe 5 ani a fost evaluat la 10 milioane dolari.

Industrie Minérale, nr. 6, 1975, p. 31

Deschiderea unei noi mine de vanadiu

În Finlanda sînt în curs lucrările de deschidere a minei de la Mustavaara și de construire a instalației de preparare, care vor produce începînd din 1976 circa 3 000 t/an pentoxid de vanadiu, mai mult decît mina de la Itanmäki, din aceeași țară, care în anul 1974 a produs 2 650 t pentoxid de vanadiu.

Zăcămîntul de la Mustavaara are o rezervă de 1,6 mil. t minereu de vanadiu și la început va fi exploatat prin carieră.

Glückauf, nr 12, 1975, p. 546

Dezvoltarea continuă a industriei carbonifere din Australia

În ultimii ani industria carboniferă din Australia s-a dezvoltat mult. În anul fiscal 1972/73 producția de cărbuni a ajuns la 54,6 mil. t, față de 23,4 mil. t pe exercițiul 1962/63. Producția din subteran reprezintă 61,3 %. Productivitatea pe întregul sector carbonifer al țării a ajuns la 12,73 t/post, productivitatea la minele subterane fiind 9,64 t/post, iar la ploatările la zi 26,43 t/post.

Glückauf, nr. 12, 1975, p. 546

Transportul minereului de fier pe conductă

În Brazilia s-a proiectat o conductă de 385 km, între exploatarea de minereuri de fier Germano (60 km sud de Belo Horizonte) și localitatea Anchieta la Oceanul Atlantic unde se află instalația de peletizare. Prin conductă se va transporta concentratul cu 66 % Fe sub formă de șlam. Capacitatea de transport va fi 10 mil. tone pe an. Jumătate din această cantitate va fi peletizată, iar cealaltă jumătate se va exporta ca atare, după o prealabilă desecare. Pentru transport s-au prevăzut vapoare cu capacitatea pînă la 250 000 tdw.

Glückauf, nr. 13, 1975 p. 602

Zăcămînt de cupru descoperit cu ajutorul satelitului artificial

Primul satelit artificial de prospecțiune (ERTS-1) lansat de S.U.A. a indicat în zona Kölner Kottenforst din R.F.G. o anomalie geologică. Efectuîndu-se apoi cercetări mai amănunțite în această zonă s-a descoperit un zăcămînt de minereu de cupru.

Interesant este faptul că în zona respectivă s-au făcut cartări și observații geologice timp de peste 100 ani fără să se descopere acest zăcămînt.

Glückauf nr. 10, 1975 p. 463

Mecanizarea tăierii la o mină de minereuri de fier

La mina de minereuri de fier Bülten — Adenstedt din R.F. Germania s-au efectuat cercetări pentru înlocuirea tăierii cu explozivi în abataj prin tăierea cu combina. În acest scop s-au folosit numai combine de înaintare cu atac punctual. Cele mai corespunzătoare mașini s-au dovedit a fi combinele AM-50 Voest-Alpine și MAV-170 Westfalia Lünen, care au putut fi folosite pentru tăierea minereului de fier cu rezistența la compresiune între 500 și 1 000 DaN/cm², obținîndu-se pînă la 140 t/post în abataj. La susținere se aplică, cu bune rezultate, ancorarea. Costul tăierii cu aceste mașini, care sînt totuși la începutul adaptării lor pentru abataj, nu depășește costul tăierii cu explozivi, la o productivitate mărită. În prezent productivitatea pe mină a ajuns la 25 — 30 t/post, cu tendința ca în viitor să depășească 35 t/post.

Glückauf, nr. 11, 1975, p. 513

Ancora cu țeavă de injecție

Firma franceză Lenoi et Menier a realizat ancora tubulară tip 46 UPJ cu scopul de a consolida terenul fisurat din jurul galeriilor sau al tunelurilor nu numai prin simplu efect de ancorare ci și prin injectarea ulterioară cu lapte de ciment. Tija ancorei este o țeavă cu diametrul exterior de 25 mm și diametrul interior de 13 mm din oțel 01 60, cu o portanță de 13 tf avînd suprafața netedă sau cu profil. Ea poate fi, prevăzută cu cap expandabil de diferite tipuri pentru fixare

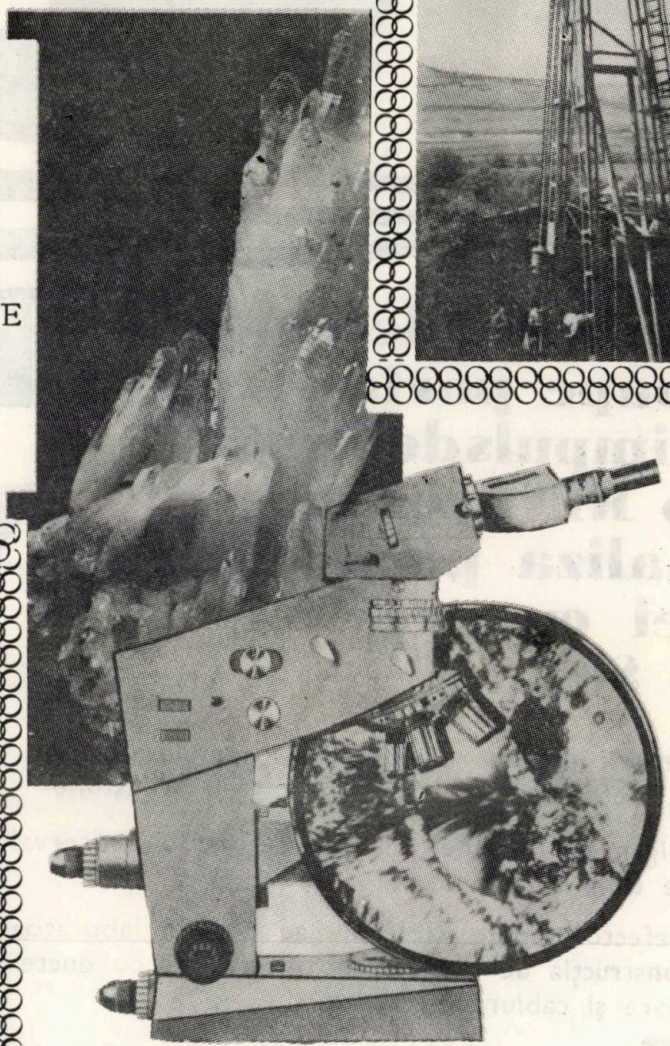
Glückauf, nr. 10, 1975, p. 465

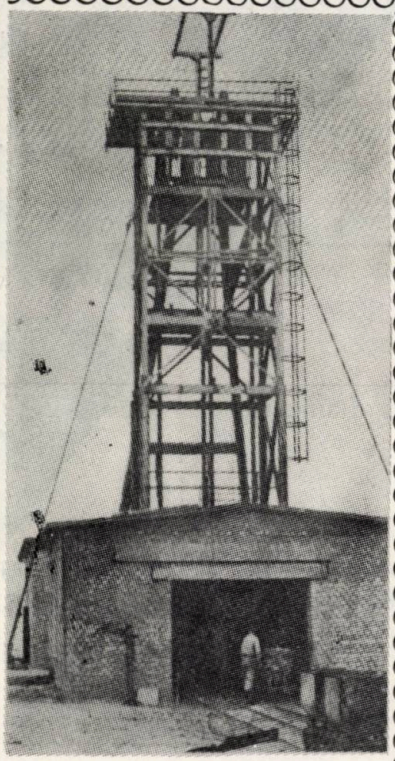
MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ȘI GEOLOGIEI
DIRECȚIA GENERALĂ GEOLOGICĂ

ÎNTREPRINDEREA DE PROSPECȚIUNI ȘI EXPLORĂRI GEOLOGICE

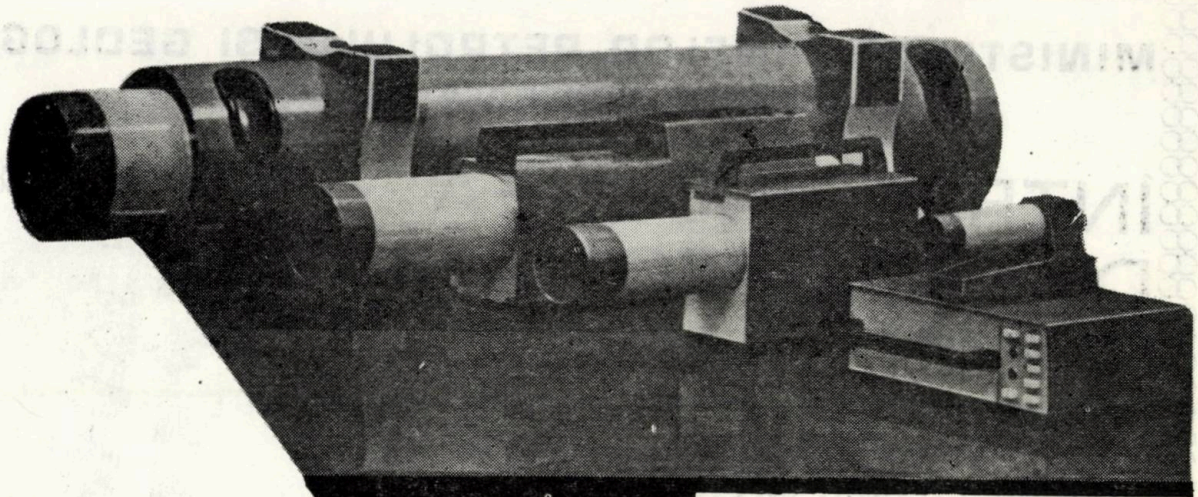
CLUJ-NAPOCA, str. Traian Vuia nr. 140
telefon 41122, telex 31217

CERCETEAZĂ
SUBSOLUL
PATRIEI NOASTRE
ÎN SCOPUL
DESCOPERIRII
DE NOI SUBSTANȚE
MINERALE UTILE
SOLIDE
EXECUTÎND





PROSPECȚIUNI GEOLOGICE,
GALERII,
SUITORI,
PUȚURI DE EXPLOATARE,
PUȚURI DE EXPLORARE
FORAJE GEOLOGICE,
ANALIZE MINERALOGICE-
-PETROGRAFICE



Seria de defectoscoape portative cu impuls de raze X tip RINA poate analiza piese din oţel cu grosimea de 80 mm

— servesc pentru radiodefectoscopia pieselor şi mecanismelor în mişcare greu accesibile

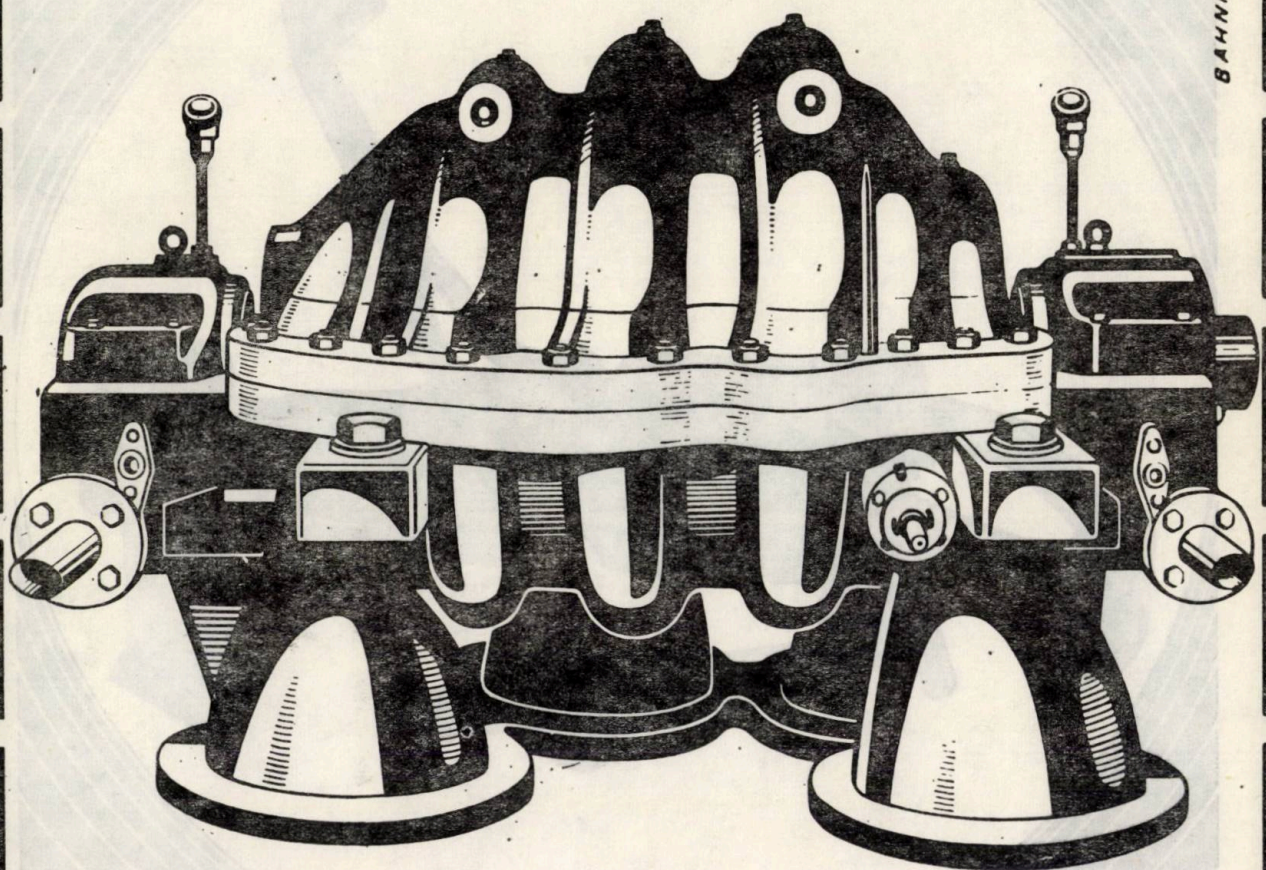
— asigură o imagine de calitate într-un interval de timp relativ scurt.

Defectoscoapele RINA nu au rival în laboratoare, construcţia de turnuri de televiziune, conducte cu diametru mare şi cabluri îngropate.

Techsnabexport

Exportator: V/O TECHSNABEXPORT
Moscova, URSS Telex: 7628

PUBLICOM



BAHNISCH

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER

Exportator :

TechnoCommerz GmbH

DDR-108 Berlin-Johannes Dieckmann str. nr.11-13
Deutsche Demokratische Republik

Creşterea fără precedent a numărului de instalaţii chimice şi petrochimice pune mereu probleme noi constructorilor de maşini.

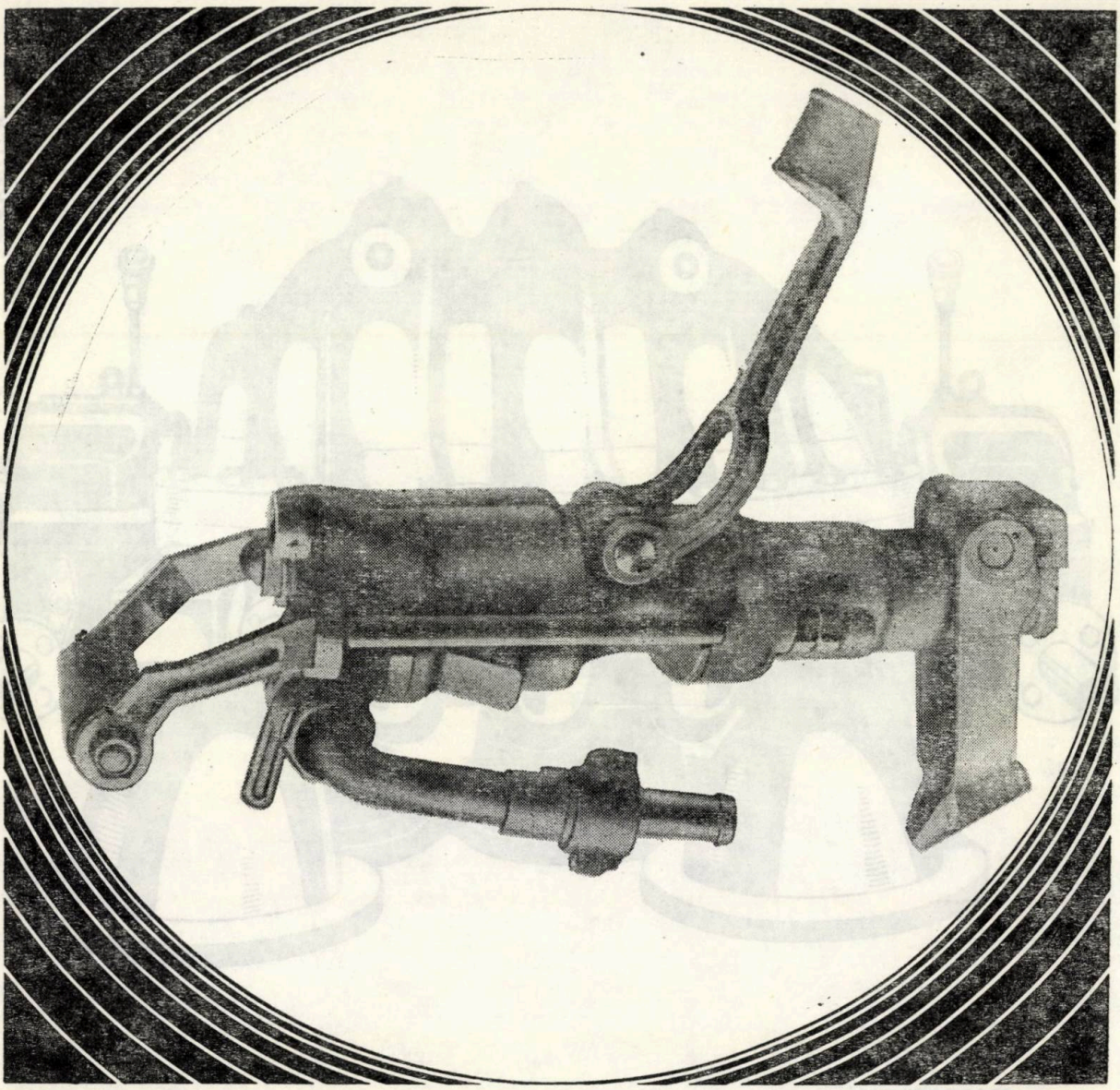
Noi ţinem seama de aceste tendinţe de dezvoltare şi în acest scop construim şi livrăm turbocompresoare cu debite de 6300-50000 m^3N/h şi presiuni pînă la 60 kgf/cm^2.

Iată dovada capacităţii noastre de producţie:

Turbocompresoarele noastre de aer şi gaze tehnice funcţionează în 12 ţări din Europa în cele mai diferite condiţii de lucru spre deplina satisfacţie a clienţilor noştri.

Din capacitatea noastră de adaptare rezultă avantaje pentru dumneavoastră.

PUBLICOM



PERFORATOARE MANUALE STANDARD

- pentru perforarea găurilor în roci de orice duritate din fronturile lucrărilor subterane orizontale, înclinate sau verticale, a abatajelor de minereuri, exploatarea carierelor de piatră și construcția de drumuri;
- acționate cu instalații pneumatice sau alte sisteme;
- dotate cu amortizoare contra vibrațiilor și antifon;
- modele exportate: PR-201, PR-251, PR-30;
- 80% din piesele celor trei modele sînt standardizate.

PERFORATOARE CU SUPORT TELESCOPIC

- pentru perforarea găurilor în lucrări subterane orinzontale, înclinate și verticale, ca și pentru abataje;
- avansare automată a perforatorului în front ceea ce mărește viteza de perforare;
- modele exportate: PT-29 m, PT-36 m, PT-45 Kt.

Pentru orice informații adresați-vă la

PUBLICOM

V/O MACHINOEXPORT

☎ 147-15-42 SSSR MOSKVA 117330 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT 7207

IPRS
BĂNEASA

β

PRODUCE:

CONDENSATOARE
- ELECTROLITICE
- STYROFLEX
- POLIESTER
- POLIPROPILENĂ
- HÎRTIE
- AUTO

SEMICONDUCTOARE CU Ge
- DIODE PUNCTIFORME
- TRANZISTOARE DE MICĂ PUTERE
- TRANZISTOARE DE MEDIE PUTERE
- TRANZISTOARE DE MARE PUTERE

ÎNTREPRINDEREA DE PIESE RADIO ŞI SEMICONDUCTORI BĂNEASA

BUCUREŞTI II - ROMÂNIA
Str. Erou Iancu Nicolae nr. 32
Telefon 33.38.30
Telex 11.203 iprs r
Serviciul Desfacere 33.53.17

SEMICONDUCTOARE CU Si
- DIODE STABILIZATOARE DE TENSIUNE
- DIODE REDRESOARE DE MICĂ PUTERE
- DIODE REDRESOARE DE MEDIE PUTERE
- DIODE REDRESOARE DE PUTERE
- DIODE REDRESOARE DE COMUTAŢIE
- DIODE REDRESOARE AUTO
- TIRISTOARE
- TRANZISTOARE PLANARE DE MICĂ PUTERE
- TRANZISTOARE PLANARE DE MEDIE PUTERE
- DIODE VARICAP

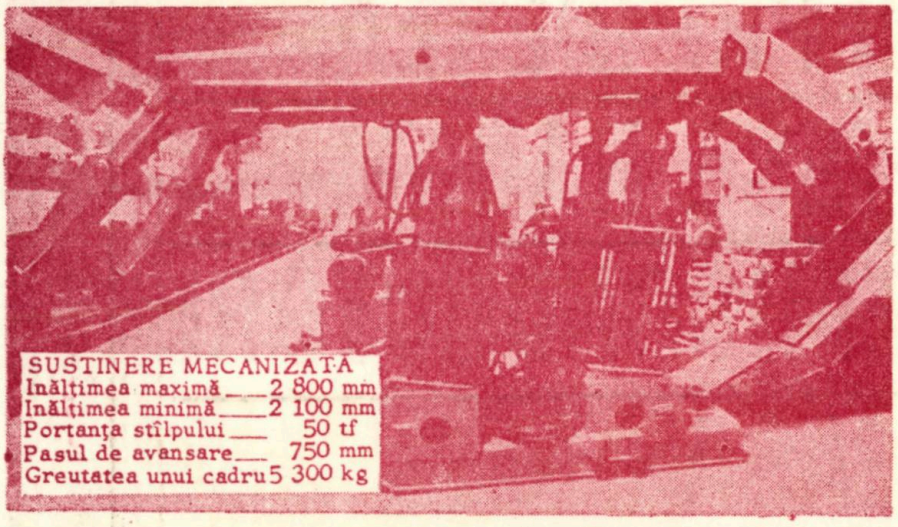
CIRCUITE INTEGRATE
- LOGICE
- LINEARE

CABLAJE IMPRIMATE

MINISTERUL MINELOR
PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

Centrala cărbunelui Petroşani

Întreprinderea de utilaj minier



Str. Republicii 1
Telefon 42820

Petroşani

IUM PETROŞANI

produce

utilaje de mare tehnicitate pentru minele de cărbuni:

- Grinzi păşitoare pentru tavan artificial şi natural
- Complexe de mecanizare pentru abataje cameră
- Stîlpi hidraulici cu pompă centrală tip SVJ 80 - 315 cm
- Stîlpi hidraulici cu pompă individuală tip SPI 3÷5
- Agregat central hidraulic tip ACH 40/200
- Alte elemente hidraulice pentru subteran
- Grindă de susţinere articulată cu deschideri de 1250; 1400; 1600 mm
- Transportoare blindate pentru abataje
- Maşină hidraulică de forat suitori tip MFH-45
- Elemente de semnalizare şi automatizare în subteran
- Instalaţii pentru săparea puţurilor şi galeriilor
- Utilaje pentru transport pe verticală (vase de extracţie, dispozitive de legat cablu, molete)
- Piese de schimb pentru utilaje miniere şi instalaţii de preparare

1445

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

66

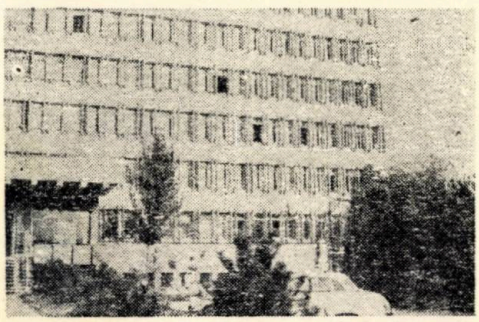
BUCUREŞTI — ROMÂNIA ★ VOL. 26, NOIEMBRIE 1975

11

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

ICPML
CRAIOVA

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU LIGNIT–CRAIOVA



are ca obiect de activitate:

EFECTUAREA
DE CERCETĂRI PRIVIND
EXPLOATAREA LIGNITULUI
ÎN SUBTERAN ŞI CARIERE

CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI
PRIVIND LUCRĂRILE
HIDROGEOLOGICE

ELABORAREA
DE PROIECTE TEHNOLOGICE
ŞI DOCUMENTAŢII
TEHNICO ECONOMICE
DE INVESTIŢII
PENTRU EXPLOATAREA
LIGNITULUI
(SUBTERAN, CARIERE)

CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI
DE UTILAJE MINIERE
PENTRU LIGNIT

ADRESA : Craiova, Calea Unirii nr.139, telefon 34 985

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Nr. 11 1975

MUSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883 OSZTÁLYOS

CUPRINS

Ionescu, N. **Metode de cercetare în prospectarea şi explorarea capcanelor lito-stratigrafice** 521

Ţiplea, V. **Contribuţii la introducerea progresului tehnic la prepararea minereurilor** 527

Manolea, Gh. şi Căprar, I. **Metode şi sisteme de comunicaţie utilizate în mină** 532

Tatu, Gr. **Influenţa stării de solicitare asupra eficienţei procesului de dislocare de la talpa sondei** 536

Ludmann, T., Săsărean, O. şi Varga K.I. **Cercetări privind aplicarea şi extinderea automatizării la instalaţiile de preparare a minereurilor neferoase** 544

Magyari, A. **Utilizarea metodei Box—Wilson în scopul optimizării procesului de măcinare a minereurilor** 549

RECENZII

ŞTIRI

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte*; dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor*; dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor*.

REZUMATE

Ionescu, N. *Metode de cercetare în prospectarea şi explorarea capcanelor lito-stratigrafice*

În etapele cercetării capcanelor lito-stratigrafice, trebuie să se facă o analiză completă şi complexă a tuturor informaţiilor existente, acordînd o atenţie specială identificării suprafeţelor de discordanţă, reconstituirii evoluţiei geologice a regiunii respective, reconstituirii condiţiilor paleogeografice şi modului în care s-a produs sedimentarea în diferite perioade geologice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

Ţiplea, V. *Contribuţii la introducerea progresului tehnic la prepararea minereurilor*

Se face o enumerare a utilajelor noi pentru prepararea minereurilor, utilaje construite de I.U.M.R. Baia Mare şi se descriu două tipuri din familia maşinilor de flotare cauciucate şi cu insuflare de aer construite de această uzină.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

Manolea, Gh. şi Căprar, I. *Metode şi sisteme de comunicaţie utilizate în mină*

După o prezentare generală a sistemelor de comunicaţie în subteran, se arată rezultatele cercetărilor care se desfăşoară la C.C.S.M. Petroşani, începînd din 1971, privind sistemele de comunicaţie pentru mină sau alte industrii cu pericol de atmosferă explozivă. Se analizează situaţia echipamentelor telefonice de la minele de cărbune din Valea Jiului sub aspectul îmbunătăţirii caracteristicelor tehnice.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

Tatu, Gr. *Influenţa stării de solicitare asupra eficienţei procesului de dislocare de la talpa sondei*

Starea de solicitare existentă la talpa sondei în foraj influenţează eficienţa procesului de dislocare.

Folosind o instalaţie de laborator pentru foraj cu microsape, se prezintă o metodă de estimare a influenţei presiunii diferenţiale asupra procesului de dislocare care permite, în continuare, să se ia decizii cu privire la oportunitatea schimbării fluidului de foraj, reducerea presiunii hidrostatice pe talpă etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

Ludmann, T., Săsărean, O. şi Varga, K.I. *Cercetări privind aplicarea şi extinderea automatizării la instalaţiile de preparare a minereurilor neferoase*

După prezentarea principiilor de automatizare a măcinării se descriu două scheme bloc pentru Flotaţia centrală Baia Mare şi Uzina de preparare Rodna, care sînt în curs de realizare în acest an. Pentru flotare se arată aparatura realizată, precizînd că automatizarea acestei faze a fluxului tehnologic de preparare se va realiza în viitor.

În încheiere se face o scurtă descriere a tendinţelor de viitor, insistînd în special asupra problemei introducerii calculatoarelor în proces.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

Magyari, A. *Utilizarea metodei Box — Wilson în scopul optimizării procesului de măcinare a minereurilor.*

Se expun rezultatele cercetărilor efectuate în laborator şi instalaţii industriale care arată necesitatea asigurării unei granulometrii uniforme, folosirea în calcule a unor funcţii de regresie de grad ridicat, micşorarea debitului de alimentare cu creşterea indicelui de măcinabilitate, ale cărui valori să fie determinate prin încercări.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11/1975

RECENZII

ŞTIRI

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Redacţia revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01. Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru intreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.
Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr. 23 — 25, Bucureşti. c. 548.
Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974.

CONTENTS

Ionescu, N. *Methods of investigation for surveying and prospecting the litho-stratigraphical traps*

In the stages of the litho-stratigraphical traps investigation it must be made a complex and complete analysis of the all existing formations, paying a special attention to the unconformity surface identification, to the reconstitution of the respective area geological evolution, as well as to the reconstitution of the paleogeographical conditions and the sedimentation type in different geological periods.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Ţiplea, V. *Contributions to the appleying of the new technical methods at the ore extraction and dressing*

It is made an enumeration of the new equipment for the ore extraction and dressing, the equipment being manufactured by U.U.M.R.-Baia Mare, and there are described two types of rubbered coating and air blasting flotation machines, manufactured in this plant.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Manolea, Gh. and Căprar, I. *Communication systems and methods used in mines*

After a general description of the underground communication systems, there are presented the results of the researches carried out at C.C.S.M. Petroşani, since 1971, concerning the communication systems for mine and other industries with explosive atmosphere danger.

It is analysed the aspect of the telephone set from the Valea Jiului coal mine, as regarding the improvement of the technical characteristics.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Tatu, Gr. *The influence of the stress state upon the efficiency of the displacement process at the drill hole bottom*

The stress state existing on the drill hole bottom is influencing the process of displacement efficiency.

Using a laboratory drilling equipment with microbits it is presented a method for the estimation of the differentiate pressure influence on the process of displacement, allowing, further on, to take decisions concerning the opportunity to change the drilling mud, the reduction of the hydrostatic pressure on the bottom etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Ludman, T., Săsărean, O. and Varga, K. I. *Investigations concerning application and extension of the automation for the preparation of the non-ferrous ores*

After the presentation of the principles of grinding automation, two block schemes are described for Baia Mare Flotation Central and the Rodna Preparation Works, which are in achievement this year. For flotation it is shown the equipment achieved, stating that the automation of this stage of the preparation technological flow will be achieved in the future.

In conclusion a brief description is made of the future trends, insisting particularly on the problem to introduce the computers in the process.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Magyar A. *Optimizing grinding process of ores with Box-Wilson method*

The results of reserach works carried out in lab and plant facilities are presented. They show the need to ensure an even grain-size distribution, to use regression functions of superior order, to decrease feed rate with the increase of grindability factor whose values would be established by testing works.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Reviews

News

СОДЕРЖАНИЕ

Ионеску, Н. *Исследовательский метод, применяемый для поиска и разведки лито-стратиграфических ловушек*

В стадиях исследования лито-стратиграфических ловушек, целесообразно провести полный и комплексный анализ всех существующих информаций, особое внимание уделив обнаружению поверхностей несогласия, рекогнисцировке палеогеографических условий и образованию формаций в отдельных геологических этапах.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Ципля, В. *Некоторые работы в области внедрения технического проекта при добыче и обогащении руд*

Перечисляется новое оборудование для добычи и обогащения руд, оборудование построеное отечественным предприятием УУМР-Бая маре: описываются два типа флотомашин с резиновой футеровкой с поддувкой воздуха, которые были построены этим заводом.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Маноля, Г. и Кэпрар, И. *Метод и системы сообщения применяемые в шахтах*

После того как представлено общее описание систем подземного сообщения, приводятся результаты исследований проведенных после 1971-го года в Институте ЧЧСМ Петрошань, по вопросам систем шахтного сообщения или в рамках других промышленных отраслей, опасных с точки зрения взрывчатой атмосферы.

Приводится анализ состояния телефонного оборудования на угольных шахтах Валя Жиулуй, в смысле усовершенствования технических характеристик.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Тату, Гр. *О влиянии нагрузки на эффективность процесса разрушения у подошвы скважин*

Нагрузка действующая на подошву бурящей скважины влияет на эффективность процесса разрушения.

В результате применения лабораторной буровой установки, оснащенной микродолотами, удалось оценить влияние дифференциального давления на процесс разрушения, позволяющее-в дальнейшем-принять решение о целесообразности изменения буровой жидкости, снижения гидростатического давления у подошвы и др.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Лудман, Т., Сэсэран, О. и Варга, К. Ж *Исследования проведенные в целях автоматизации установок обогащения руд цветных металлов и расширения области ее применения*

Представлены принципы автоматизации процесса измельчения, две схемы блок находящиеся в стадии

осуществления на Центрально-флотационной фабрике Родна. В части флотации представлена созданная аппаратура, уточнив при этом автоматизация этого процесса из технологического потока обогащения будет осуществлена в будущем.

В заключении коротко описываются будущие направления, особо подчеркивая вопросы внедрения ЭВМ.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Магярь, А. *Применение метода Бокс-Уйлсона для оптимизации процесса измелчения руд*

Предста влены результаты исследований. проведенних в лабораторных и промышлеиных условиях, показывающих на необходимсоть сохранения постоянного гранулометриедского состава, применение в расчетах ряда функций регрессий с высоким показателем, уменьшение количества питаемой руды и увеличение показателя измрльчаемости, величины которых следовало бы определить путём испытаний.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Рецензии

Новости

INHALT

Ionescu, N. *Untersuchungsmethoden in der Schürfung und Erforschung der litho-stratigraphischen Fälle*

In den Untersuchungsetappen der litho-stratigraphischen Fälle eine vollständige und umfassende Analyse aller vorhandenen Informationen machen soll, eine besondere Aufmerksamkeit der Identifizierung der diskordanten Flächen, der Wiederhestellung der geologischen Entwicklung der betreffenden Gebiet, der Wiederherstellung der paleographischen Bedingungen und der Art und Weise in der sich die Ablagerung in verschiedenegeologischen Perioden geleistet wird, gewährend.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Tiplea, V. *Beiträge bei der Einführung des technischen Fortschrittes bei der Gewinnung und Aufbereitung der Erze*

Es wird eine Aufzällung der neuer Ausrüstungen für die Gewinnung und Aufbereitung der Erze gemacht, die bei U.U.M.R. Baia Mare gebaut wurden und es werden zwei Type aus der Familie gummierten und mit Lufteinblasung Schwimmaufbereitungsmaschinen beschrieben, die von diesem Werk gebaut wurden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Manolea, Gh. und Căprar, I. *Fernmeldungssysteme und Methoden die in der Grube verwendet werden*

Nach einer allgemeine Vorstellung der Fernmeldungssystemen im Untertage, werden die Ergebnisse der Forschungen, die seit 1971 bei C.C.S.M. Petroşani durchgeführt sind, bezüglich der Fernmeldungssystemen für Gruben oder andere Industriezweige mit explosiver Atmosphäre, gezeigt. Es wird die Lage der telephonischen Ausrüstungen von den Valea Jiului Kohlengruben im Gesichtspunkt der Verbesserung der technischen Eigenschaften analysiert.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Tatu, Gr. *Der Einfluss des Belastungszustandes über den Wirkungsgrad des Dislozierungsvorganges der Sohle der Bohrung*

Der Belastungszustand befindlich an der Sohle der Bohrung beim Bohren beinflust den Wirkungsgrad des Dislozierungsvorganges. Durch die Benützung einer Labor Bohreinrichtung wird eine Methode für die Einschätzung des Einflusses des Dieferentialdruckes auf dem Dislozierungsvorgang vorgestellt, die Weiterhin erlaubt Entscheidungen bezüglich der Angebrachtheit des Auswechselns der Bohrspülung, der Verminderung des hydrostatischen Druckes auf der Sohle, usw. zu nehmen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Ludmann, T., Săsărean, O. und Varga, K.I *Untersuchungen bezüglich der Anwendung und Verbreitung der Automatisierung bei den Aufbereitungsanlagen für N.E. Erze*

Nach der Vorstellung der Automatisierungs-prinzipien der Mahlung, werden zwei Blokschemas für das zentrale Schwimmaufbereitungsanlage Baia Mare und die Anfbereitungsanlage Rodna beschrieben, die in diesem Jahr ausgeführt werden. Für die Schwimmaufbereitung wird die ausgeführte Apparatur gezeigt, mit der Verdeutlichung dass die Automatisierung dieser Phase des Prozesses der Erzaufbereitung in Zukunft realisiert wird.

Im Abschluss wird eine kurze Beschreibung der Zukumftstendenzen gemacht, bestehend besonders auf die Einführung der Rechenmaschinen im Prozess.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Magyari, A. *Anwendung der Box-Wilson Methode zur Optimisierung des Mahlvorganges von Erzen*

Es werden die Ergebnisse von Labor-und industriellen Untersuchungen dargelegt, welche auf eine gleichmässige Körnung hinweisen, sovie auch auf die Anwendung von höheren Regressionsfunktionen bei Berechnungen und auf die Notwendigkeit der Verringerung des Durchsatzes bei der Einspeisung zwecks Erhöhung des Mahlfaktors dessen Wert durch Versuche festgestellt werden kann.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

SOMMAIRE

Ionescu, N. *Méthode de recherche dans la prospection et l'exploration des trappes litho-stratigraphiques*

Dans les phases de la recherche sur les trappes lithostratigraphiques est nécessaire une analyse complète et complexe de toutes les informations existentes, en accordant une attention spéciale à l'identification des surfaces de discordance, à la reconstitution de l'évolution géologique de la région respective, à la reconstitution des conditions paléo-géographiques et au mode de sédimentation pendant les dfifférentes périodes géologiques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Tiplea, V. *Contributions à l'introduction du progrès technique à l'extraction et préparation des minérais*

On fait une énumération de l'outillage nouveau pour l'extraction et préparation des minérais construit par U.U.M.R. Baia Mare, et on décrit deux types de la famille des machines à flottation caoutchoutés et à insufflation d'air construites par cette usine.

Mine, Petrol şi Gaze, vol .26, nr. 11, 1975

Manolea, Gh. et Căprar, I. *Méthodes et systèmes de communication utilisés dans la mine*

Après une présentation générale des systèmes de communication dans le souterrain, on montre les résultats des recher

ches qui se déployent à C.C.S.M. Petroşani dès 1971, concernant les systèmes de communication pour mines ou d'autres industries où il y a le danger d'une atmosphère explosive. On analyse la situation des équipements téléphoniques des mines de charbon de Valea Jiului sous l'aspect de l'amélioration des caractéristiques techniques.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Tatu, Gr. *L'influence de l'état de solicitation sur l'efficience du processus de dislocation du fond du trou de sonde*

L'état de solicitation qui existe au fond du trou de sonde dans le forage influence l'efficience du processus de dislocation.

Utilisant une instalation de laboratoire pour forage à microtrépans, on présente une méthode d'évaluer l'influence de la pression différentielle sur le processus de dislocation, qui permet, par la suite, de prendre des décisions concernant l'opportunité de changer le fluide de forage, de réduire la pression hydrostatiques sur le fond etc.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 197

Ludman, T., Săsărean, O. et Varga, K. I. *Recherches concernant l'application et le développement de l'automatisation aux installations de préparation des minérais non-ferreux*

Après la présentation des principes d'automatisation du broyage, on décrit deux schéma-bloc pour la Flottation centrale Baia Mare et l'Usine de préparation Rodna, qui sont en cours de réalisation cette année. Pour la flottation on montre les appareiles réalisés, en précisant que l'automatisation de cette phase du flux technologique de préparation se réalisera à l'avenir.

En conclusion on fait une brève description des tendences de l'avenir, insistant spécialement sur le problème concernant l'introduction des ordinateurs dans le processus.

Mine, Potrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Magyari, A. *Optimization du broyage des minerais par la methode Box—Wilson.*

Sont exposés les résultats des travaux de recherches effectués en laboratoire et installations industrielles qui montrent la necessité d'assurer une granulometrie uniforme l'utilisation des fonctions de regressions de l'ordre supérieur dans les calcules et la réduction du débit d'alimentation proportionellement avec l'augmentation du facteur qui caractéterise l'aptitude au broyage dont les valeurs sont déterminés expérimentalement.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 11, 1975

Comptes rendus

Nouvelles

Reînnoiţi-vă abonamentul pe anul 1976 la revista

MINE, PETROL ŞI GAZE

COSTUL UNUI ABONAMENT ANUAL ESTE DE:
- 50 lei pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri
- 160 lei pentru intreprinderi

CONTRAVALOAREA ABONAMENTULUI SE VA TRIMITE PRIN MANDAT POŞTAL (PENTRU ABONAMENTELE PERSONALE ŞI COLECTIVE) SAU PRIN DISPOZIŢIE DE PLATĂ (PENTRU INSTITUŢII) CU SPECIFICAŢIA ABONAMENT LA REVISTA "MINE, PETROL ŞI GAZE"-1976, PE ADRESA:

INSTITUTUL DE GEOLOGIE ŞI GEOFIZICĂ
. Bucureşti, str. Caransebeş nr. 1, sectorul 8,
cont de virament 30.126.01.01 B.N.R.S.R.
Filiala sector 1.

Nelu Ionescu

Metode de cercetare în prospectarea și explorarea capcanelor lito-stratigrafice*

Lucrările de prospecțiune și explorare pentru petrol, executate în diferite bazine sedimentare de pe glob, au condus la identificarea a numeroase zăcăminte de hidrocarburi acumulate în capcane lito-stratigrafice**. În cele mai multe cazuri descoperirea acestor zăcăminte a fost rezultatul lucrărilor proiectate în ideea existenței în subsolul regiunii prospectate a unor capcane de tip tectonic, importanța factorilor litologici și stratigrafici la formarea capcanelor respective dovedindu-se abia într-o fază relativ avansată a lucrărilor de explorare. S-a ajuns astfel la concepția „descoperirii întîmplătoare" a capcanelor lito-stratigrafice, concepție care își poate găsi justificarea numai în gradul insuficient de cunoaștere a condițiilor în care se formează și se distrug aceste capcane și acumulările de hidrocarburi pe care le conțin.

Analiza sistematică a informațiilor existente privind zăcămintele de hidrocarburi acumulate în capcane lito-stratigrafice permite, în raport cu evoluția geologică a regiunii prospectate, să se stabilească direcțiile optime în care trebuie orientate lucrările de prospecțiune și explorare, pentru identificarea acestor zăcăminte, precum și metodele de cercetare eele mai indicate.

1. Considerații generale privind formarea capcanelor lito-stratigrafice, modul de acumulare și conservare a hidrocarburilor conținute în aceste capcane

Pornind de la studiul diferitelor acumulări de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice identificate pînă în prezent, a condițiilor de sedimentare din domeniul marin și continental și ținînd seama de evoluția în timp a unităților geotectonice majore, se ajunge la următoarele concluzii, cu caracter general, privind formarea capcanelor lito-stratigrafice.

a. Formarea capcanelor lito-stratigrafice nu caracterizează o anumită unitate geotectonică majoră (platformă, geosinclinal, avanfosă etc.), ci anumite medii de sedimentare sau regiuni din cuprinsul acestor unități. Domeniul ideal în care este favorizată formarea capcanelor lito-stratigrafice este domeniul corespunzător șelfurilor continentale sau, cu alte cuvinte, marginea bazinelor de sedimentare.

b. În regiunile caracterizate printr-o mare varietate de faciesuri și o întrepătrundere a acestora în timp și spațiu iau naștere, în special, capcane lito-stratigrafice de sedimentare, în rezervoare reduse prin efilare, în rezervoare depuse și închise pe suprafețe de discordanță, în rezervoare închise prin modificări litologice, în recifi, în lentile de nisip înconjurate de roci impermeabile, în cordoane litorale, deltaice sau fluviatile sau în paleovăi umplute cu depozite permeabile.

c. Alternanța repetată a perioadelor de exondare și de imersiune, asociate sau nu cu mișcări tectonice de cutare, favorizează formarea capcanelor lito-stratigrafice post-diagenetice în rezervoare ecranate de suprafețele de discordanță, în proeminențe de eroziune, sau în zonele poroase formate în roci compacte, ca urmare a proceselor de spălare, recristalizare, dolomitizare etc.

d. Deasupra proeminențelor reliefurilor îngropate sau a biohermelor, în regiuni în care sedimentarea se produce într-un ritm foarte intens, iau naștere anticlinale de tasare, ca urmare a tasării și compactării diferențiate a sedimentelor.

În ceea ce privește acumularea hidrocarburilor, trebuie să admitem că prima șansă de a reține hidrocarburile generate pe seama rocilor-sursă contemporane sau subcontemporane cu roca rezervor, revine capcanelor lito-stratigrafice de sedimentare, deoarece în momentu începerii procesului de migrație al hidrocarburilor, acestea erau deja individualizate. Se consideră deci că, în marea lor majoritate, zăcămintele acumulate în capcane lito-stratigrafice de sedimentare sînt zăcăminte primare.

Acumularea hidrocarburilor în diferite tipuri de capcane lito-stratigrafice post diagenetice are loc ca efect al migrației primare sau secundare, în condiții ce variază de la un tip de capcană la altul.

Evoluția geologică a bazinului sedimentar în care s-au format acumulări de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice de diferite tipuri influențează, în mod direct, conservarea sau distrugerea acestor acumulări și trebuie avută în vedere la aprecierea perspectivelor regiunilor studiate.

Considerații de ordin teoretic, confirmate de experiența acumulată pe plan mondial, arată că perspectivele descoperirii unor zăcăminte de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice trebuie apreciate astfel:

- în regiunile de platformă, supuse mișcărilor oscilatorii de mică amplitudine și neafectate de mișcări tectonice de cutare, este posibilă descoperirea unor zăcăminte de hidrocarburi în toate tipurile de capcane lito-stratigrafice, în formațiuni geologice de diferite vîrste

Lucrare susținută în cadrul Simpozionului **Capcane subtile cu hidrocarburi**, București, 2–3 aprilie 1975.

*) Prin capcane lito-stratigrafice se au în vedere acele capcane formate cu preponderență, sau în totalitate, pe seama factorilor stratigrafici și litologici, care acționează, fie în faza de formare a rocii rezervor, fie într-o fază ulterioară acesteia.

(ex.: Platforma Nord-Americană, Platforma Rusă, Platforma Nord-Sahariană etc.);

● în regiunile geosinclinale, afectate de intense mişcări tectonice de cutare, acumulări în capcane lito-stratigrafice pot fi găsite, cel mai frecvent, în lentile de nisip, în cordoane litorale şi în paleovăi umplute cu depozite permeabile, iar în situaţii favorabile şi în recifi, în proeminenţe de eroziune sau în rezervoare ecranate de suprafeţele de discordanţă. Pe lîngă zăcămintele acumulate în capcane tectonice, care deţin ponderea cea mai importantă, pot fi descoperite zăcăminte acumulate în capcane de tip mixt (ex.: Depresiunea Preapalaşiană, Depresiunea Precaucaziană, Depresiunea Precarpatică etc.);

● în zonele de trecere de la platforme la geosinclinale, pe marginea externă a avanfoselor sau în bazinele intramontane, unde acţiunea mişcărilor tectonice este mai puţin resimţită, este posibil să se întîlnească acumulări de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice de toate tipurile şi, în special, în recifi, în cordoane litorale sau paleovăi, în proeminenţe erozionale sau în rezervoare ecranate prin suprafeţe de discordanţă (ex.: Depresiunile Alberta, Saskatchewan, West Texas, de pe marginea Platformei Nord-Americane, Depresiunea Panonică etc.).

Consideraţiile cu caracter cu totul general, expuse mai sus, schiţează pentru geologul explorator de petrol cadrul în care trebuie să-şi desfăşoare cercetările pentru descoperirea unor acumulări de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice. Înţelegerea modului în care au putut lua naştere capcanele şi acumulările legate de aceste capcane, într-un bazin sedimentar, reprezintă o condiţie esenţială pentru asigurarea succesului lucrărilor de explorare. Pe de altă parte, diversitatea extrem de mare a situaţiilor care pot fi întîlnite în explorarea capcanelor lito-stratigrafice face practic imposibilă indicarea unor „reţete" pentru detectarea lor. Metodele cercetării pot varia de la un caz la altul, inventivitatea şi ingeniozitatea exploratorului constituind, în final, cheia pentru rezolvarea problemelor foarte complexe pe care le pune cercetarea acestor capcane.

Cu toate aceste dificultăţi, remarcate de altfel şi de alţi cercetători [1, 3, 11, 16], considerăm că experienţa acumulată pînă în prezent pe plan mondial şi înţelegerea condiţiilor în care iau naştere şi pot fi distruse acumulările de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice ne permit să schiţăm o succesiune logică a lucrărilor de prospecţiune şi explorare pentru descoperirea acestor acumulări.

2. Prospectarea şi explorarea capcanelor lito-stratigrafice

Prospectarea şi explorarea capcanelor lito-stratigrafice se realizează după o schemă logică, bine cunoscută geologilor petrolişti.

Analiza informaţiilor existente

Indiferent de gradul de cercetare al bazinului sedimentar în care se situează regiunea prospectată, abordarea problemei cercetării cap-

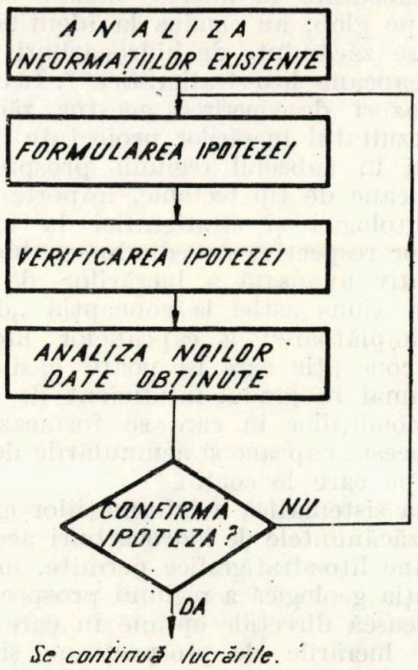


Fig. 1

canelor lito-stratigrafice trebuie începută cu studierea cadrului geologic regional. În mod evident, concluziile vor fi mult mai argumentate, în cazul bazinelor sedimentare care au cunoscut o activitate intensă de prospecţiune şi explorare, şi se vor baza mai mult pe intuiţia geologului explorator, în cazul celorlalte bazine.

Scopul studiilor regionale îl constituie stabilirea evoluţiei geologice a bazinului respectiv, a condiţiilor de sedimentare din diferite perioade geologice care au determinat răspîndirea în timp şi spaţiu a faciesurilor, evidenţierea suprafeţelor de discordanţă şi a fazelor de cutare, reconstituirea aspectului paleogeografic, prezenţa rocilor-sursă, rocilor-rezervor şi a rocilor-protectoare în succesiunea litologică a formaţiunilor care iau parte la alcătuirea geologică a bazinului sedimentar respectiv etc.

Cercetătorul american D. C. Swanson [16] consideră că analiza datelor şi stabilirea unei ipoteze de explorare trebuie să urmărească, în general, următoarele şase stadii succesive:

1) determinarea tipului de bazin şi a structurii acestuia;

2) determinarea succesiunii stratigrafice;

3) detectarea şi analiza discordanţelor;

4) analiza condiţiilor de sedimentare şi a faciesului formaţiunilor;

5) reconstituirea paleogeografiei;

6) formularea ipotezelor privind localizarea capcanelor lito-stratigrafice.

Această etapizare a lucrărilor, recomandată de autorul mai suscitat pentru bazine sedimentare puțin explorate, poate fi aplicată cu succes și la alte tipuri de bazine, indiferent de gradul lor de cercetare.

Metodele de cercetare în această perioadă sînt metodele clasice, bine cunoscute tuturor geologilor de explorare: studiul observațiilor geologice de suprafață, al măsurătorilor geofizice și geochimice, al lucrărilor de foraj, analize petrografice, analize paleontologice, studii sedimentologice etc. Geologul explorator va trebui să utilizeze toate informațiile pe care le are la îndemînă chiar și cele care aparent par neînsemnate — pentru a putea reconstitui cît mai fidel desfășurarea evenimentelor geologice care au condus la actuala alcătuire geologică a bazinului sedimentar studiat.

O atenție deosebită trebuie acordată studiului condițiilor de sedimentare, care au influențat în mod direct formarea capcanelor lito-stratigrafice de sedimentare și identificării suprafețelor de discordanță, de care sînt legate cea mai mare parte a capcanelor lito-stratigrafice post-diagenetice.

În acest sens, pornindu-se de la analiza petrografică a rocilor care aflorează la zi sau care au fost întîlnite în foraje, se vor întocmi hărți litologo-faciale și secțiuni geologice care vor arăta, la scara bazinului respectiv, răspîndirea faciesurilor formațiunilor geologice. Studiul carotelor mecanice, carote care trebuie extrase din toate formațiunile geologice nu numai din acele intervale ce se consideră a fi interesante într-o anumită etapă a cunoașterii, capătă în această etapă o importanță hotărîtoare. Informațiile obținute din carotele mecanice privind constituția petrografică a rocilor și valoarea principalelor caracteristici fizice (porozitate, permeabilitate, densitate etc.) trebuie corelate cu indicațiile diagrafiilor geofizice obținute prin măsurători în gaura de sondă, pentru a valorifica geologic, cît mai complet, aceste măsurători.

În ceea ce privește identificarea discordanțelor (locale sau regionale) aceasta se poate face prin analize petrografice și paleontologice a rocilor care aflorează la zi și a carotelor mecanice și prin studiul comparativ al diagrafiilor geofizice înregistrate în sonde și al rezultatelor prospecțiunilor geofizice, și, în special, seismice [3].

O contribuție însemnată în această privință poate să aducă prospecțiunea seismică deoarece, în marea majoritate a cazurilor, suprafețele de discordanță se pot urmări fie în mod direct, ca orizonturi reflectatoare sau refractatoare, fie în mod indirect, ca suprafețe de separație a unor medii cu caracteristici seismogeologice diferite.

Prin interpretarea complexă a datelor de sondă și a informațiilor seismice se pot alcătui hărți cu izobate la suprafețele de discordanță, deosebit de utile pentru localizarea capcanelor lito-stratigrafice asociate acestor suprafețe.

In identificarea discordanțelor interesează nu numai forma suprafețelor de eroziune, dar și intervalul de timp corespunzător lacunei stratigrafice respective, deoarece acest interval ne poate oferi o indicație prețioasă despre amploarea acțiunii agenților externi asupra rocilor și deci despre posibilitatea formării capcanelor lito-stratigrafice post-diagenetice. Durata perioadelor de exondare interesează deopotrivă și în aprecierea șanselor de distrugere a acumulărilor de hidrocarburi formate anterior exondării, ca urmare a îndepărtării, prin eroziune, a cuverturii de roci protectoare care asigură închiderea la partea superioară a capcanelor.

Asociind informațiile furnizate de hărțile cu izobate la diferite suprafețe de discordanță cu informațiile legate de răspîndire în suprafață a faciesului diferitelor formațiuni aflate deasupra și dedesubtul suprafeței de discordanță, se pot stabili raporturile structurale între diferitele tipuri de roci (roci sursă, roci rezervor, roci protectoare) care sînt de un real folos la înțelegerea condițiilor în care s-a putut produce acumularea și conservarea hidrocarburilor.

Această analiză se poate face cel mai bine suprapunînd cele două feluri de hărți, în care caz relația dintre rocile generatoare, rocile rezervor, rocile protectoare și suprafața de discordanță apare imediat.

O deosebită importanță capătă, în studiul capcanelor lito-stratigrafice, reconstituirea condițiilor paleogeografice în care s-a produs sedimentarea la un moment dat.

Prin această reconstituire se urmărește să se determine sensul modificărilor de facies, cauza care a produs aceste modificări, gradul de schimbare a proprietăților fizice ale rocilor (în special porozitatea și permeabilitatea), în raport cu distanța dintre aria de sedimentare și sursa de material detritic, cu constituția petrografică a rocilor, cu sensul paleocurenților, cu acțiunea agenților externi etc.

Cunoscînd condițiile paleogeografice în care a avut loc sedimentarea în diferite etape în bazinul respectiv, se poate delimita mult mai ușor aria de răspîndire a rocilor rezervor, măsura în care ele își schimbă sau nu proprietățile fizice, zonele în care au putut lua naștere capcane în rezervoare închise prin modificarea permeabilității.

Pentru realizarea acestui scop — reconstituirea condițiilor paleogeografice — este nevoie

de o interpretare complexă a tuturor datelor de care se dispune în momentul analizei. Hărţile cu izobate, întocmite la diferite intervale de timp succesive, oferă o imagine dinamică a evoluţiei geologice a bazinului respectiv, arătînd modificările liniei de ţărm, schimbările direcţiilor de transport a materialului detritic, formarea pragurilor deltaice sau cordoanelor litorale etc.

Asociind aceste hărţi cu rezultatul studiilor petrografice, sedimentologice şi paleontologice, făcute pe rocile care afloreză la zi şi pe carotele mecanice, geologul explorator poate să înţeleagă mult mai bine modul în care s-a produs transportul şi sedimentarea materialului detritic în diferite perioade geologice, raporturile structurale iniţiale dintre diferitele tipuri de sedimente şi modificarea acestor raporturi sub influenţa factorilor tectonici sau lito-stratigrafici.

Studiile geochimice şi hidrogeologice (analiza conţinutului de carbon organic în diferite formaţiuni, analiza conţinutului în bitumen, analiza compoziţiei chimice a apelor ş.a.m.d.), asociate cu informaţii despre evoluţia geologică a bazinului sedimentar respectiv, sînt necesare pentru aprecierea condiţiilor în care a putut avea loc transformarea materiei organice în hidrocarburi capabile să migreze, sensul şi căile de migraţie ale acestor hidrocarburi, distrugerea acumulărilor în perioadele de exondare.

În mod evident, la alcătuirea acestor hărţi se au în vedere toate informaţiile obţinute din sonde sau din măsurătorile geofizice. Progresele recente realizate în înregistrarea, prelucrarea şi interpretarea materialului seismic oferă posibilitatea măsurării cu mai multă precizie a unor parametri seismici (viteză de propagare a undelor seismice, amplitudine, frecvenţă) şi asocierea variaţiei acestora cu modificări ale litologiei formaţiunilor geologice, a porozităţii rocilor, a naturii fluidelor conţinute în pori etc. [5, 8, 12, 13].

Această posibilitate oferă geologului explorator un instrument în plus pentru extrapolarea datelor obţinute din sonde, pe întreaga suprafaţă a bazinului, prin intermediul profilelor seismice.

Deosebit de utile pentru evidenţierea variaţiilor de grosime ale stratelor rezervor, pentru determinarea direcţiilor în care se dezvoltă aceste strate şi pentru stabilirea zonelor de efilare sînt hărţile cu izopahite, care constituie hărţi de bază în cercetarea capcanelor lito-stratigrafice.

În final, analiza informaţiilor existente trebuie să răspundă la următoarele întrebări.

1. Care a fost evoluţia geologică cea mai probabilă a bazinului sedimentar respectiv?

2. Care este distribuţia pe verticală şi în suprafaţă a rocilor cu caracter de roci generatoare de hidrocarburi, roci rezervor şi roci protectoare?

3. Este posibilă existenţa unor capcane lito-stratigrafice? De ce tip? În ce formaţiuni? Care sînt dimensiunile probabile ale acestor capcane...?

4. În raport cu evoluţia geologică a bazinului sedimentar respectiv, se consideră că au fost asigurate condiţiile de formare şi conservare a acumulărilor de hidrocarburi? În ce formaţiuni? În ce tipuri de capcane?

Formularea ipotezei

Răspunsul la întrebările de mai sus conţine, în mod firesc, şi formularea unor ipoteze privind posibilitatea identificării unor acumulări de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice.

Formularea unei ipoteze care să se apropie cît mai mult de realitate geologică este funcţie de mai mulţi factori, printre care: volumul şi calitatea informaţiilor existente, modul în care au fost valorificate aceste informaţii în etapa precedentă, structura geologică a bazinului, gradul de informare şi ingeniozitatea geologului explorator. În legătură cu acest din urmă factor, de o importanţă deosebită, considerăm că „informarea la zi" a geologului explorator influenţează în mod direct dirijarea raţională a lucrărilor şi poate evita multă cheltuială de energie, fonduri şi timp.

Formularea ipotezei presupune precizarea formaţiunilor geologice de prim interes, tipurile de capcane, dimensiunea şi forma cea mai probabilă a acestora. Deoarece în cercetarea capcanelor lito-stratigrafice un rol important îl joacă reprezentarea tridimensională a capcanelor, se recomandă utilizarea unor reprezentări spaţiale de tip bloc-diagramă sau chiar modele executate la o scară convenabilă [15].

Asemenea prezentări permit o proiectare mult mai judicioasă a lucrărilor de prospecţiune şi explorare pentru verificarea ipotezei formulate.

Verificarea ipotezei

În raport cu gradul de argumentare a ipotezei formulate, geologul explorator poate trece direct la verificarea acesteia prin foraje, sau — în cazul în care ipoteza nu este suficient argumentată — la verificarea prin metode geologice, geochimice sau geofizice. Dat fiind costul ridicat al lucrărilor de foraj, este recomandabil ca înainte de săparea sondelor, ipoteza să fie, cel puţin parţial, verificată în prealabil prin metode de lucru mai puţin costisitoare. Alegerea acestei metode diferă foarte mult de la caz la caz şi presupune o bună cunoaştere a posibilităţilor şi limitărilor fiecărei metode, în raport cu tipul de problemă care urmează să fie rezolvată.

Prospecțiunea seismică poate aduce un aport prețios la cercetarea unor tipuri de capcane lito-stratigrafice cum sînt : anticlinalele de tasare, rezervoarele ecranate de suprafețe de discordanță, rezervoarele stratiforme închise prin efilare sau prin modificări litologice, recifii, capcanele constituite în zona de alterație și fisurație a paleoreliefurilor îngropate iar în situații foarte favorabile, și în cazul paleovăilor umplute cu depozite poroase și permeabile, cordoanelor litorale sau pragurilor deltaice [2, 5, 6, 8, 12, 13].

Limitările cele mai importante ale metodei sînt legate de dimensiunile capcanelor, de grosimea stratului rezervor și de condițiile seismogeologice. Cele mai bune rezultate se obțin atunci cînd suprafețele care delimitează capcana sînt suprafețe reflectatoare sau refractatoare, iar grosimea stratului rezervor depășește 40 — 50 m.

Încercările de a utiliza prospecțiunea seismică pentru detectarea directă a zăcămintelor de hidrocarburi par să fi condus la unele rezultate pozitive, cel puțin în cazul metodei „bright spots" sau „hot-spots"* [10]. Aceste rezultate recomandă, în continuare, prospecțiunea seismică ca o metodă de bază pentru cercetarea capcanelor pentru petrol și gaze și impun introducerea pe scară cît mai largă a înregistrării numerice cu cîștig binar sau virgulă mobilă, care permite aplicarea unor procedee de prelucrare și interpretare capabile să aducă informații extrem de utile pentru studiul capcanelor lito-stratigrafice a acumulărilor de hidrocarburi legate de aceste capcane.

De altfel, trebuie subliniat faptul că dată fiind dificultatea problemei abordate, cercetarea capcanelor lito-stratigrafice cu ajutorul seismometriei reclamă aplicarea celor mai moderne procedee de înregistrare, prelucrare și interpretare a datelor [5, 8, 10, 12, 13].

Prospecțiunea gravimetrică și prospecțiunea magnetometrică pot fi utilizate ca metode de verificare dacă se constată o corespondență biunivocă între zonele de acumulare și zonele anomale (pozitive sau negative). Asemenea corespondențe există, de regulă, în cazul recifilor, în cazul proeminențelor îngropate ale reliefului etc. [7, 14].

Cea mai sigură metodă de verificare a unei ipoteze geologice rămîne, în continuare, forajul de prospecțiune sau explorare. Lucrările de foraj trebuie proiectate în poziții optime, fie după verificarea parțială a ipotezei prin alte metode, fie în paralel cu acestea. În cercetarea capcanelor lito-stratigrafice se impune o investigare complexă și completă a găurii de sondă. La alcătuirea programului de investigare trebuie avute în vedere acele metode care ar putea aduce cel mai mare număr de informații de valoare, pentru verificarea ipotezei inițiale sau pentru reformularea acesteia. Programul de carotaj mecanic va trebui să asigure obținerea unor informații nu numai din cuprinsul formațiunilor cu roci rezervor dar și din formațiunile în care este presupusă existența unor roci sursă sau roci protectoare, din apropierea presupuselor suprafețe de discordanță etc. Programul de investigare geofizică trebuie să țină seama de posibilitățile pe care le oferă fiecare tip de curbă înregistrată pentru precizarea succesiunii litologice a proprietăților fizice ale rocilor, a conținutului în fluide, a variației unor parametri, cum ar fi : înclinarea stratelor, densitatea sau viteza de propagare a undelor seismice. Jageler și Matuszak [9] consideră că prelucrarea statistică a diferitelor tipuri de înregistrări geofizice, împreună cu datele geologice, poate conduce la rezultate extrem de interesante privind localizarea capcanelor lito-stratigrafice. Aceiași autori arată că utilizarea noilor dispozitive de măsurarea continuă a înclinării (dipmetre) permit detectarea zonelor cu sedimentație încrucișată, a recifilor, a lentilelor de gresii ș.a.m.d.

Pentru primele sonde săpate pe structură este necesară executarea unor măsurători geofizice complexe pe toată lungimea găurii de sondă, ca și probarea cu tasterul a tuturor stratelor poroase și permeabile, indiferent de conținutul lor în fluide. Informațiile obținute vor ajuta foarte mult la interpretarea geologică a rezultatelor prospecțiunilor geofizice sau la întocmirea unor studii hidro-geochimice pentru înțelegerea condițiilor de formare și acumulare a hidrocarburilor în capcane lito-stratigrafice și orientarea într-un mod cît mai judicios a cercetărilor [1, 4, 16].

Analiza noilor date obținute

Aceasta trebuie făcută, atît pe parcursul executării lucrărilor proiectate pentru verificarea ipotezei inițiale, cît și la terminarea definitivă a acestora.

În timpul executării lucrărilor, analiza noilor date permite corectarea eventualelor erori făcute în etapa de proiectare sau modificarea programului de lucrări, în funcție de rezultatele obținute.

Informațiile obținute la terminarea lucrărilor trebuie comparate cu informațiile existente în faza de formulare a ipotezei, analizate sub toate raporturile (cantitate, precizie, mod de utilizare etc.) pentru a putea fi folositoare la luarea unei decizii.

Pornind de la un anumit model al acumulării sau al capcanei, geologul va trebui să-și modifice în, mod iterativ, acest model pînă cînd concordanța dintre rezultatele obținute și modelul propus va deveni maximă.

*) În l. română — puncte luminoase sau puncte fierbinți.

Analiza datelor noi obținute va trebui să fie făcută cît mai complet și obiectiv, știind că numărul de iterații este în raport invers proporțional cu competența geologului explorator, cu obiectivitatea cu care analizează datele și cu promptitudinea cu care operează modificarea programelor de lucrări, în raport cu rezultatele noi obținute.

Aceste cerințe nu sînt desigur noi, ele aparțin muncii de cercetare geologică, în general, dar capătă o importanță foarte mare în cercetarea capcanelor lito-stratigrafice unde este necesară sesizarea unor modificări foarte subtile a factorilor care condiționează existența acumulărilor de hidrocarburi de capcane.

Decizia

Pe baza rezultatelor obținute în urma lucrărilor proiectate pentru verificarea ipotezei de lucru, integrării acestor rezultate în ansamblul informațiilor deja existente și analizei complexe și complete a tuturor acestor informații, geologul explorator trebuie să decidă asupra continuării lucrărilor de foraj în aceeași ipoteză, a modificării ipotezei de lucru sau a abandonării zonei.

Luarea unei decizii corecte depinde, pe lîngă competența geologului, și de modul cum s-au desfășurat celelalte faze ale activității de cercetare, de aceea trebuie ca acestea să se fi executat în condiții optime.

În cazul în care rezultatele au fost pozitive, modelul de acumulare presupus în faze de proiectare a lucrărilor trebuie îmbunătățit, în funcție de noile informații, iar lucrările vor fi continuate, păstrînd, în mare, aceeași ipoteză de lucru.

În cazul în care rezultatele au fost negative, se va reanaliza oportunitatea continuării lucrărilor, pornind de la formularea unei noi ipoteze, care să țină seamă de datele noi obținute. În cazuri extreme, se poate ajunge și la abandonarea zonei deși, după părerea noastră, dacă în etapa studiilor regionale analiza datelor a condus la concluzia existenței acumulărilor de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice, nereușita se datorește, de cele mai multe ori, formulării unei ipoteze insuficient argumentate, care trebuie îmbunătățită pînă la obținerea succesului.

Concluzii

1. Rezultatele obținute pînă acum în activitatea de prospecțiune și explorare pentru hidrocarburi și considerații de ordin teoretic conduc la concluzia formării capcanelor lito-stratigrafice în toate domeniile de sedimentare și, în special, în domeniul șelfurilor continentale.

2. Formarea și conservarea acumulărilor de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice caracterizează, în general, regiunile neafectate de mișcări tectonice de cutare, sau în care influența acestora a fost slab resimțită. Este posibilă existența unor astfel de acumulări și în zonele cutate, însă cu o pondere mai redusă.

3. Cercetarea acumulărilor de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice urmează, în general, aceeași schemă logică ca și cercetarea altor tipuri de acumulări.

În toate etapele cercetării, geologul explorator trebuie să facă o analiză complexă și completă a tuturor informațiilor existente, căutînd să înțeleagă cît mai bine modul în care s-au putut forma și conserva acumulările în capcane lito-stratigrafice. În acest sens se va da o atenție specială identificării suprafețelor de discordanță, reconstituirii evoluției geologice a regiunii respective, reconstituirii condițiilor paleogeografice și modului în care s-a produs sedimentarea în diferite perioade geologice.

4. Experiența realizată pe plan mondial și studiul posibilităților și limitărilor diferitelor metode de prospecțiune și explorare conduc la concluzia că nu există o metodologie aparte pentru cercetarea diferitelor tipuri de capcane lito-stratigrafice. Dată fiind marea diversitate de situații care pot fi întîlnite în practică și complexitatea problemelor de rezolvat se recomandă o cercetare sistematică și complexă a regiunii studiate și utilizarea unor procedee adecvate pentru înregistrarea, prelucrarea și interpretarea datelor.

5. Competența profesională, gradul de informare și ingeniozitatea geologului explorator joacă un rol determinant în orientarea judicioasă a lucrărilor de prospecțiune și explorare pentru identificarea acumulărilor de hidrocarburi în capcane lito-stratigrafice.

Bibliografie

[1] Alexin, A. G. ș.a. *Lithologic and Stratigraphic Traps for Petroleum and Methods of Exploring for them.* Al VIII-les Congres Mondial al Petrolului Moscova, 1971.

[2] Boulware, R.A. *Seismic exploration for stratigraphic Traps in Canada.* Al VII-lea Congres Mondial al Petrolului, Mexico, 1967.

[3] Chenoweth, Ph. A. *Unconformity Traps.)**

[4] Dickey, P. A. Hunt, J.M. *Geochemical and Hydrogeologic Methods of Prospecting for Stratigraphic Traps* *).

[5] Dobrin M. B. Lyons, P.L. *Seismic Exploration for Stratigraphic Traps**).

[6] Dobrin, M.B. Rimmer V. G. *Anomaliile regionale și reziduale în prospecțiunea seismică a structurilor stratigrafice.* Geophysics, vol. XXIX, 1, 1967.

[7] Ferris, Craig. *Use of Gravity Meter in Search for stratigraphic Traps* *).

[8] Ionescu, N. *Unele observații în legătură cu cercetarea capcanelor stratigrafice prin metode seismice.* Petrol și Gaze, nr. 9, 1967.

[9] Jageler, A, H. Matuszak, D. R. *Use of Well Logs and Dipmeters in Stratigraphic — Trap Exploration* *).

[10] Lindsey, J. P. şi Graft C. I. *How hydrocarbon reserves are estimated from seismic data.* World Oil, august, 1973.

[11] Mackenzie, D. B. *Primary stratigraphic Traps in sandstones* *).

[12] Mateker, E. J. şi Changsheng W.U. *True amplitude data can indicate lithology.* World Oil, nr. 4, 1971.

[13] Mathieu, P. G. şi Rice, G.W. *Analiza complexă aplicată pentru determinarea anomaliilor stratigrafice, pe baza datelor seismice.* Geophysies, vol. 34, nr. 4, 1969.

[14] Nettleton, L. L. *Use of Gravity, Magnetic and Electrical Methods in Stratigraphic. Trap Exploration**).

[15] Rees, F. B. *Methods of Mapping and Illustrating Stratigraphic Traps.*

[16] Swanson. D. C. *Integrated Approach to Search for Stratigraphic Traps* *).

[17] Weimer, R. J. *Time stratigraphic analysis and petroleum accumulations Patrick Draw field, Sweet Water County, Wyoming.* BAAPG, vol. 50, 10. 1966.

*) În volumul: Stratighraphic Oil and Gas Fields, Tulsa, Oklahoma, 1972.

Ing. **V. Ţiplea**
director al Uzinei de utilaj minier şi reparaţii
Baia Mare

Contribuţii la introducerea progresului tehnic la prepararea minereurilor

Prevederile de dezvoltare a industriei miniere în perioada imediat următoare actualului cincinal se bazează pe o intensă mecanizare şi automatizare a proceselor de producţie, precum şi pe concentrarea extracţiei şi preparării minereurilor în unităţi de mare capacitate.

În acest scop, încă de la începutul actualului cincinal, s-a depus o activitate intensă de asimilare în fabricaţia internă a utilajelor de bază, cu un nivel tehnic şi calitativ superior, ca urmare a experimentării selective a modelelor importate.

În paralel, s-a dus o politică de dezvoltare, sistematizare şi creare de noi capacităţi de producţie a utilajelor miniere specifice, aşa încît, unităţile ministerului să-şi rezolve cu mijloace proprii, într-o măsură din ce în ce mai mare, prevederile legate de dotarea cu utilaje moderne şi să reducă astfel, progresiv, apelul la uzinele MICMG sau la import.

În lumina acestor orientări s-a construit la Baia Mare o uzină nouă care, în acest an, împlineşte 5 ani de existenţă, profilată pe construcţia de maşini miniere şi reparaţia capitală a utilajelor principale, precum şi pe fabricaţia pieselor de schimb brut turnate şi pieselor finite de complexitate tehnică ridicată.

Destinată să satisfacă necesităţile unuia dintre cele mai mari bazine miniere, în al cărui perimetru sînt cuprinse minele din zona Baia Mare, Baia Borşa, Rodna şi Suceava, această uzină s-a integrat rapid în procesul de dezvoltare a ansamblului minier, ajungînd ca pe parcursul acestui cincinal să-şi crească producţia de peste 3,6 ori şi să obţină o creştere a productivităţii muncii de peste 200%.

De asemenea, în această perioadă s-au efectuat şi primele livrări la export, în Cuba, Maroc, Mexic, Chile etc.

Prin diversificarea permanentă a producţiei, corespunzător cu cererile beneficiarilor, uzina realizează la data actuală o gamă largă de produse care participă aproape în toate fazele procesului tehnologic de extracţie şi preparare a minereurilor.

Astfel:

— pentru săpări de galerii şi suitori, lucrări în abataje şi aeraj, se fabrică utilaje complexe de perforat, instalaţii de săpat suitori, armături metalice, tuburi de aeraj, se execută rearmări de sfredele, motoare pneumatice etc.;

— pentru transportul minereului pe orizontală şi verticală se asigură utilaje şi confecţii metalice ca: culbutoare, guri de rostogol, împingătoare pneumatice, panouri de comandă pneumatice, chible şi colivii de extracţie etc.;

— pentru prepararea minereului uzina execută guri de alimentare şi evacuare pentru mori, hidrocicloane cu protecţie cauciucată într-o gamă de trei tipodimensiuni, agitatoare mecanice, bile, bare, şuruburi şi blindaje, din oţeluri speciale pentru mori etc.

De asemenea, uzina fabrică piese de schimb pentru majoritatea utilajelor folosite în minerit, repară echipamentele electronice şi de automatizare, face încercări fizice, analize chimice, verificări defectoscopice, execută reparaţiile unor utilaje complexe şi utilaje electrice şi cu personal autorizat, reparaţii de aparate de măsură şi control manuale, mecanice, electrice, electronice şi pneumatice.

În mod deosebit uzina s-a specializat în fabricaţia de pompe cauciucate, antiabrazive, pentru tulbureală la instalaţiile de flotaţie a minereurilor şi în maşini de flotaţie.

La data actuală produce o gamă largă de pompe (tab, 1) care urmează să fie extinsă în cincinalul 1976—1980 cu noi tipodimensiuni modernizate şi cu debite şi înălţimi de refulare superioare.

În ceea ce priveşte maşinile de flotaţie, care au un rol important în procesul de concentrare a metalului în materia primă destinată metalurgiei neferoase, uzina a avut şi va avea şi n viitor o contribuţie esenţială.

La data actuală uzina are în fabricaţie de serie o gamă de şase tipodimensiuni a acestui utilaj (tab. 2).

În viitorul cincinal atenţia sporită acordată calităţii produselor şi valorificării rezervelor interne de minereuri impune intensificarea eforturilor pentru găsirea de soluţii tehnologice superioare în procesul de preparare a minereurilor nemetalifere.

Tot mai multe produse vor fi verificate în condiţii de exploatare, pe standuri de probe special amenajate în acest scop.

Ca rezultat al integrării activităţii de producţie şi concepţie a uzinei cu a unităţilor miniere, în perioada 1974—1975 s-au realizat celulele cu protecţie cauciucată anticorozivă, protecţie cauciucată antiabrazivă şi cu insuflare de aer în partea inferioară a mecanismului de agitare.

Realizarea celulelor în fază de prototip şi serie „0" s-a făcut în două variante, ce fac parte din familia de maşini de flotare cu insuflare de aer, cauciucate, de tipul I.A.C.

Maşinile de flotare concepute de specialişti din uzină în colaborare cu specialişti în prepararea minereurilor neferoase din C.M.M.N. Baia Mare şi din unităţile subordonate au caracteristici superioare celulelor cu care au fost dotate iniţial instalaţiile de preparare, caracteristici atestate de încercările efectuate pe standuri în cadrul uzinei şi de rezultatele tehno-

Tabelul 1

Pompe de tulbureală cauciucate fabricate de U.U.M.R. Baia Mare

Nr. crt.	Tip / Caracteristici	Putere instalată, N, kW	Debit nominal Q, m³/h	Înălţimea de refulare H, m_3A
1	Pompă centrifugă de 1"	2,2	6	7—12
2	Pompă centrifugă cu ax vertical de 1 ½"	2,2	15	8—14
3	Pompă centrifugă cu ax vertical pt. spumă 2 ½"	5,5	40	8—12
4	Electropompă PT. 65C-2,2	2,2	30	5,6
5	Electropompă PT. 65C-3	3	35,5	8
6	Electropompă PT. 65C-4	4	40	10
7	Electropompă PT. 65C-5,5	5,5	45	14
8	Electropompă PT. 65C-	7,5	47,5	18
9	Electropompă PT. 100C-7,5	7,5	80	8,5
10	Electropompă PT. 100C-10	10	90	13,2
11	Electropompă PT. 100C-13	13	100	15
12	Electropompă PT 100C-17	17	125	22,4
13	Electropompă PTH 125C-7,5	7,5	85	8
14	Electropompă PTH 125C-10	10	100	10,6
15	Electropompă PTH 125C-13	13	112	13,2
16	Electropompă PTH 125C-17	17	118	15
17	Electropompă PTH 125C-22	22	132	18
18	Electropompă PTH 125C-30	30	150	23,6
19	Electropompă PT 150C-13	13	125	9
20	Electropompă PT 150C-17	17	150	12,5
21	Electropompă PT 150C-22	22	170	15
22	Electropompă PT 150C-30	30	200	23,6
23	Electropompă PRA ∅-200	55	500	36
24	Electropompă PT 250C-22	22	315	8,5
25	Electropompă PT 250C-30	30	375	12,5
26	Electropompă PT 250C-40	40	450	16
27	Electropompă PT 250 C-55	55	500	21,2

Maşini de flotare fabriate de U.U.M.R. Baia Mare

Tabelul 2

Nr. crt.	Tipul / Caracteristici	Putere instalată, kW	Volumul unei celule, m³	Diametrul rotorului, mm	Protecţia	Obs.
1	Maşină pt. flotare de 2×1 m³	10	1	500	prin plăci de plastdurom	—
2	Maşină pt. flotare de 4×1.4m³	13	1,4	560	prin plăci de plastdurom	—
3	Maşină pt. flotare de 2×2,6 m³ tip. I.A.C. 1	15	2,6	675	Prin vulcanizare şi lipire cu cauciuc antiabraziv	Cu insuflare de aer
4	Maşină pt. flotare de 2×2,8 m³ Tip. I.A.C. 2	18,5	2,8	690		
5	Maşină pt. flotare de 2×2,8 m³ IPROMIN	20	2,8	680	Fără protecţie antiabrazivă	—
6	Maşina pt. flotare de 3×2,8 m³ IPROMIN	30	2,8	680	Fără protecţie antiabrazivă	—

logice din producție, obținute la Flotația centrală Baia Mare și E.P. Sărar.

Este numai un început în diversificarea producției de mașini de flotare, care însă va contribui la scurtarea timpului de cercetare, proiectare și execuție a unor tipuri noi de mașini de flotare, de capacități superioare, cu consumuri de energie scăzute și funcționare automatizată.

Din familia mașinilor de flotare cauciucate și cu insuflare de aer, la U.U.M.R. Baia Mare pînă în prezent s-au realizat două tipuri și s-au efectuat unele cercetări uzinale legate de noi tehnologii de fabricație.-

1. Mașina de flotare tip I.A.C.-1

Este o mașină de flotare cu două celule (două compartimente) la care mecanismele de agitare sînt acționate de un singur motor electric.

Principalul avantaj ce i se conferă acestui tip de celulă constă în faptul că, atît fundul, cît și pereții laterali, în întregime, pot fi căptușiți cu plăci de cauciuc de diferite grosimi. Pe părțile unde uzura abrazivă este mai intensă, respectiv pe fundul celulei și părțile laterale, pînă la înălțimea de circa 600 mm, se aplică prin lipire covor de cauciuc rezistent la abraziune. Pe părțile superioare ale pereților se poate aplica de asemenea, la cerere, prin lipire, covor de cauciuc anticoroziv. De menționat că atît rotorul cît și statorul sînt complet cauciucate.

Insuflarea aerului se face prin arborele mecanismului de agitare, sub rotorul care are bolțurile dispuse pe periferia sa; bolțurile pot avea secțiune pătrată sau ovală, în funcție de cererile beneficiarului.

Statorul este o construcție sudată și complet cauciucată.

Mașinile de flotare tip I.A.C.-1 — celule duble — pot forma circuite complete de flotare adăugînd cutii de alimentare, cutii intermediare și cutii de golire, cauciucate pe porțiunile unde uzurile sînt intense.

Principalele caracteristici ale mașinii de flotare I.A.C.-1 sînt următoarele:

— volumul unei celule, 2—2,6 m^3 (volum reglabil);

— dimensiunile de gabarit ale unei mașini compuse din două celule, 3 020 × 2 135 × 2 630 mm;

— presiunea aerului insuflat, 700—1 500 mm col. apă;

— puterea motorului de acționare pentru o mașină (două mecanisme de agitare): 18,5 kW turația 1000 rot./min.

În comparație cu mașinile de flotare inițiale, această mașină se execută cu consumuri specifice de metal mai scăzute, poate asigura aerația necesară tulburelii, prin protecție cauciucată se asigură o fiabilitate ridicată, are un consum de energie pe celulă mai mic și se pretează la automatizarea liniilor de flotare.

2. Mașina de flotare cu insuflare de aer și cauciucată tip I.A.C.-2

Specialiștii uzinei și specialiștii în preparare din C.M.M.N. Baia Mare, ocupîndu-se de perfecționarea mașinilor de flotare au proiectat, executat și experimentat un nou tip de celulă I.A.C.-2 cu insuflare de aer în partea inferioară a mecanismului de agitare și cu posibilitățile de cauciucare totală sau parțială, în funcție de condițiile de lucru și cererile beneficiarilor.

Încă în faza de proiectare s-a căutat să se realizeze o serie de îmbunătățiri față de celulele existente ca de exemplu:

— reducerea consumului de energie și de metal;

— creșterea gradului de dispersie a aerului și a fiabilității.

În figurile 1 și 2 se prezintă mașina de flotare de tipul I.A.C.-2.

Protecția cu cauciuc a suprafețelor metalice care vin în contact cu tulbureala este realizată astfel: la mecanismul de agitare (rotor-stator) prin vulcanizare la cald, iar la cutia mașinii și cutiile de alimentare intermediare și de golire se aplică plăci tehnice de cauciuc anticoroziv și antiabraziv, prin lipire la rece.

Rotoarele și statoarele sînt confecționate din armături metalice acoperite cu cauciuc cu proprietăți antiabrazive și sînt astfel concepute încît, pe lîngă rolul de agitare, realizează și o absorbție a tulburelii din partea inferioară a mașinii, în sus, printre paletele statorului. Din acest proces rezultă o spumă abundentă încărcată cu concentrate metalice care se ridică la suprafață și este colectată în jgheab, de către paletele culegătorului.

Mașina de flotare tip I.A.C. - 2 este compusă din două celule de flotare cîte 2,8 m^3 fără perete despărțitor, în care funcționează două mecanisme de agitare pneumomecanice acționate de un singur motor electric de 18,5 kW și cu un culegător de spume antrenat de un motoreductor. Mașina de flotare este astfel concepută încît, prin montarea cutiilor de alimentare intermediare și de golire (cauciucate), se pot forma linii de flotație în palier sau în cascadă, în funcție de cerințele beneficiarului.

Prin amplasarea motorului electric în fața mecanismelor de agitare se asigură accesul direct la toate părțile componente, în vederea reparațiilor. Suportul motorului electric permite reglarea întinderii curelelor ce transmit mișcarea la mecanismele de agitare.

Principiul de funcționare

Tulbureala intră în mașina de flotare prin cutia de alimentare *3*. Nivelul tulburelii se reglează prin intermediul dispozitivului de reglare din cutia de golire *4*.

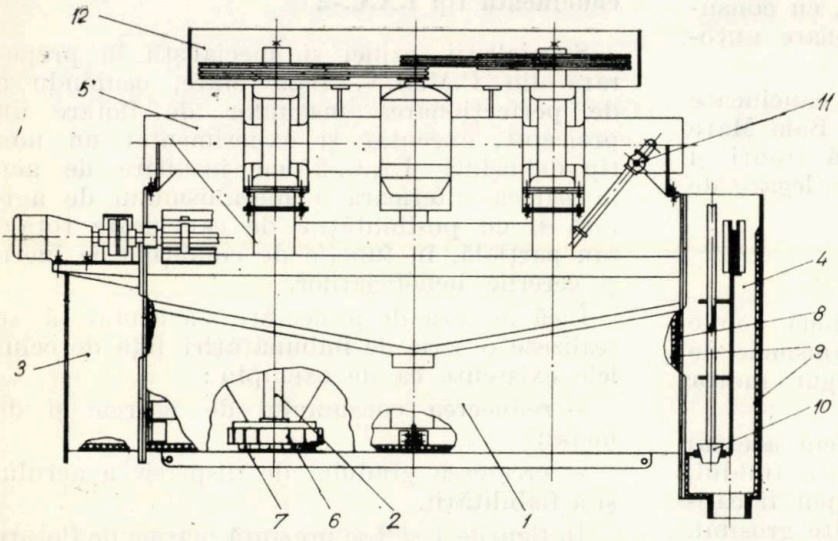


Fig. 1. Vedere frontală a mașinii de flotare tip I.A.C.-2.

Tulbureala și sterilul rămase în cutia *1*, după evacuarea spumelor în jgheabul *13*, sînt evacuate prin cutia de golire *4* prin deschiderea orificiului cu ajutorul tijei cu dop *10*.

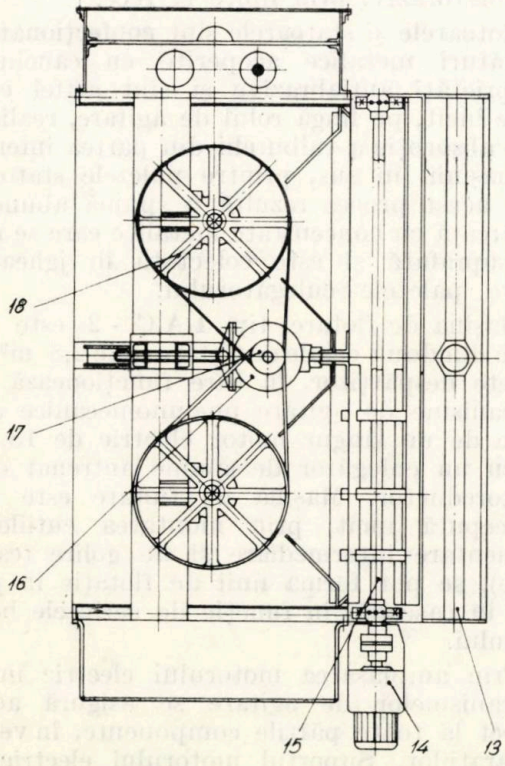


Fig. 2. Vedere de sus a mașinii de flotare I.A.C.-2.

Aerul pentru insuflare este adus la mașină prin intermediul grinzii suport *5* și dirijat printr-un tub de cauciuc în corpul mecanismului de agitare în zona de lucru a rotorului *7*.

Caracteristicile principalelor subansamble

● Cutia celulei *1* este o construcție metalică robustă, avînd interiorul căptușit cu plăci de caucuic antiabraziv *8* și anticoroziv *9*. Pe cutie este montată grinda suport *5*, care îndeplinește rolul de suport pentru mecanismele de agitare *2*, precum și de conductă de aer pentru insuflare. La montarea în serie a mai multor mașini, țeava care formează grinda suport, pentru evitarea pierderilor de aer, este etanșată cu manșoane de cauciuc fixate cu coliere metalice.

● Mecanismul de agitare *2*, este compus din : carcasă-lagăr, rulmenți, arbore, rotor, stator, corp mecanism agitare și șaibă pentru curele. Mecanismul de agitare este fixat pe grinda suport cu ajutorul a patru șuruburi.

● Cutia de alimentare *3* este o construcție metalică căptușită în interior cu plăci de cauciuc antiabraziv și anticoroziv. Cutia de alimentare este demontabilă de pe cutia celulei, fiind fixată cu șuruburi de aceasta.

● Cutia de golire *4* este de asemenea o construcție metalică căptușită în interior cu plăci de cauciuc antiabraziv și anticoroziv și conține dispozitivul de reglare a nivelului de tulbureală în cutia celulei și tija cu dop *10*. Prin simple operații de montaj realizabile la beneficiar, cutia de golire devine cutie intermediară.

● Culegătorul de spumă *15* este acționat de motoreductorul *14* prin cuplaj elastic cu bolțuri. La montarea în serie a mai multor mașini

de flotare se păstrează, pentru acționarea culegătorului de spumă, un singur motoreductor, iar axele culegătorului sînt cuplate între ele cu ajutorul unor manșoane de cauciuc.

● Jgheabul colector *13* este confecționat din tablă, iar în partea inferioară are prevăzut un orificiu pentru circulația spumei spre pompă.

✱

În vederea asigurării unei celule cu proprietăți de fiabilitate și mentenabilitate ridicate, în cadrul Uzinei de utilaj minier și reparații din Baia Mare s-au făcut încercări și măsurători timp de 450 ore la un grup de șase celule legate într-un circuit, conform figurii 3.

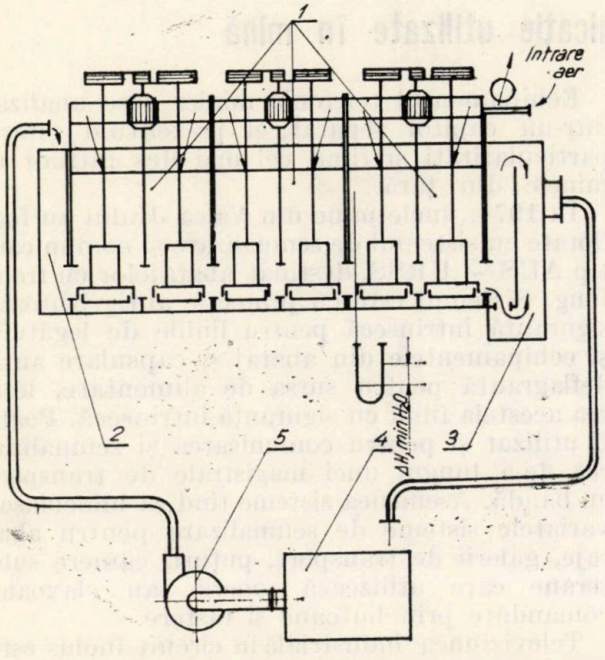


Fig. 3. Instalație de încercări în circuit închis compus pentru șase celule tip I.A.C.-2.

Au fost verificate principalele caracteristici constructive și funcționale, urmînd ca în exploatare să se efectueze probe de anduranță și probe tehnologice.

Instalația pentru încercări din figura 3 se compune :

1) trei mașini de flotare I.A.C. - *2* legate în serie ; *2*) cutia de alimentare ; *3*) cutia de evacuare ; *4*) bazin intermediar ; *5*) electropompă PT 150 C - 30, ce a realizat un debit de 200 m³/h. S-a mai montat pe utilajul încercat și aparatura de măsură și control adecvată.

Tulbureala din bazinul intermediar *4* este introdusă în cutia de alimentare *2*, prin intermediul electropompei *5* care, circulînd prin linia de celule, ajunge în cutia de evacuare *3*, de unde revine în bazinul intermediar *4*.

Insuflarea de aer s-a asigurat de la rețeaua de aer comprimat a uzinei realizîndu-se în sistemul de flotare presiuni între 0,10 și 0,18 atm., în funcție de densitatea tulburelii.

În această instalație s-a obținut volumul brut al unei celule : $V_{brut} = 2{,}88$ m³/celulă și s-a realizat un debit de tulbureală : $Q_{ef} = 2{,}12$ m³ tulbureală/m³ celulă și minut.

S-au făcut măsurători pentru puterea și curentul absorbit de electromotor, numărul de rotații pe minut al motorului electric și al arborelui mecanismului de agitare, temperatura carcasei motorului, suprapresiunea statică a aerului insuflat, gradul de aerație și densitatea tulburelii.

În final, mașina de flotare I.A.C. - 2 a prezentat următoarele avantaje :

— universalitatea în utilizare ;

— se poate monta în linii tehnologice, în cascadă sau în palier ;

— rezultate tehnologice superioare ;

— capacitate mărită de prelucrare a tulburelii față de tipurile existente ;

— realizează o bună dispersie a aerului ;

— toate părțile componente ce vin în contact cu tulbureala sînt protejate prin cauciucare ;

— economie de energie electrică față de tipurile de celule utilizate în țara noastră pînă acum.

În funcție de condițiile în care vor funcționa aceste utilaje, beneficiarii au posibilitatea să aleagă celule cu diferite tipuri de protecție, diferite geometrii ale mecanismului de agitare și pentru diferite scheme de montaj.

În viitorul cincinal, 1976—1980, ca urmare a cercetărilor și experimentărilor efectuate pînă în prezent, gama acestor mașini de flotație se va extinde spre capacități superioare, randamente crescute și indici de consum îmbunătățiți.

Pe lîngă faptul că aceste utilaje vor permite dotarea noilor unități și modernizarea celor existente, în același timp, prin realizarea unor produse competitive pe piața mondială, se creează și condițiile necesare creșterii exportului de utilaj minier.

Alături de celelalte utilaje moderne, aflate în programul actual de asimilare și punere

în fabricaţie, în următorii 2—3 ani — instalaţii mobile de perforat găuri lungi cu 1 şi 2 braţe, perforatoare grele de 80 kg etc. — pompele cauciucate şi maşinile de flotare produse de UUMR Baia Mare vor aduce o contribuţie importantă la introducerea progresului tehnic în industria extractivă şi de preparare a minereurilor neferoase şi la realizarea sarcinilor trasate de Congresul al XI-lea PCR cu privire la valorificarea internă a resurselor minerale din ţara noastră.

Bibliografie

[1] Polkin, S. I. *Prepararea minereurilor.* Ed. tehnică Bucureşti, 1956.

[2] *** *Manualul inginerului de mine* Vol. VI, Ed. tehnică Bucureşti, 1956.

[3] *** *Complete equipment for and chemical processing industries.* Catalog No. G3 B. 150.

Ing. **Gh. Manolea** şi ing. **I. Căprar**
C.C.S.M. Petroşani

Metode şi sisteme de comunicaţie utilizate în mină

Necesităţile economiei impun creşterea continuă a producţiei în întreaga industrie extractivă de materii prime. Extinderea lucrărilor miniere şi necesitatea de a obţine informaţii din diferite puncte ale unei mine, precum şi de a transmite rapid deciziile spre executanţi, atrage după sine perfecţionarea sistemelor de comunicaţie pentru subteran. Subiectul este cu atît mai important, cu cît, în scopul creşterii producţiei şi ridicării eficienţei exploatării respectivului zăcămînt, se introduc, pe scară tot mai largă, automatizarea şi sistemele de control de la distanţă a utilajelor.

Sistemele de comunicaţie pentru utilizarea în subteran pot fi clasificate în următoarele grupe:

a) sisteme de comunicaţie cu fir — telefonia, instalaţiile de semnalizare, televiziunea în circuit închis etc.;

b) sisteme de comunicaţie fără fir — sistemele radio cu modulare în amplitudine sau modulare în frecvenţă;

c) sisteme de comunicare radio cu cablu purtător.

Sistemele telefonice sînt cel mai des întîlnite. Adeseori ele funcţionează alături de sistemele cu sonerii sau claxoane pentru semnalizări pe puţuri.

Instalarea în subteran a reţelei telefonice revine exploatării miniere, pe baza proiectelor de instalare alcătuite conform instrucţiunilor uzinelor producătoare. În general, echipamentul telefonic minier are o construcţie specială, pentru a rezista solicitărilor mecanice şi climatice specifice şi pentru a îndeplini prescripţiile de funcţionare în condiţii de securitate deosebite pentru minele de cărbune grizutoase sau cu degajări de gaze explozive.

Echipamentul telefonic minier este analizat într-un capitol separat, el prezentînd cîteva particularităţi şi fiind cel mai des întîlnit în minele din ţară.

În 1974, unele mine din Valea Jiului au fost dotate cu sistemul de semnalizare şi comunicare tip AUS — URSS, destinat abatajelor cu front lung. Sistemul este cu protecţie antigrizutoasă siguranţă intrinsecă pentru liniile de legătură şi echipamentele din abataj şi capsulare antideflagrantă pentru sursa de alimentare, ieşirea acesteia fiind cu siguranţă intrinsecă. Poate fi utilizat şi pentru comunicarea şi semnalizarea de-a lungul unei magistrale de transport cu bandă. Asemenea sisteme tind să înlocuiască variatele sisteme de semnalizare pentru abataje, galerii de transport, puţuri, camere subterane care utilizează sonerii sau claxoane comandate prin butoane şi tastere.

Televiziunea industrială în circuit închis este utilizată în mină în Polonia, Belgia, Marea Britanie, Franţa, pentru supravegherea locurilor cu mult praf cum ar fi punctele de încărcare pe transportoare, silozurile, rampele de încărcare şi descărcare a schipurilor etc. În ultima vreme şi-au găsit utilizarea sistemele de televiziune cu înregistrarea imaginii, în scopul cercetării ulterioare a diferitelor secvenţe de desfăşurare a unei activităţi.

Sistemele de telemăsurare şi control la distanţă şi-au găsit o largă răspîndire, odată cu introducerea pe scară tot mai largă a mecanizării şi automatizării.

Prin telemăsurare se face transmiterea de informaţii asupra regimului de funcţionare a utilajelor, starea de securitate a muncii şi alte date privind producţia, la un centru de înregistrare şi control unde este prelucrată de personalul de decizie sau calculator.

Un exemplu de realizare a unui sistem de telemăsurare este centrala telegrizumetrică tip CTT 63-40 V realizată de către CERCHAR — FRANȚA și utilizată în Valea Jiului cu rezultate foarte bune.

Sistemul utilizează divizarea în timp, citindu-se ciclic valoarea concentrației de CH_4, codificată în semnal sinusoidal de frecvență variabilă. Între echipamentele în construcție normală de la suprafață și echipamentele din subteran există o barieră de siguranță, asigurîndu-se caracterul de siguranță intrinsecă a circuitelor din subteran.

Utilizîndu-se traductoarele adecvate, se poate face și controlul modului în care se face aerajul minei respective.

Semnalul are o frecvență variabilă cuprinsă între 5 și 15 kHz și este decodificat, indicat și înregistrat la nivelul centralei. Transmiterea semnalului se face pe perechi de conductoare dintr-un cablu. Pe aceleași conductoare se poate retransmite un semnal de alarmare în subteran, dacă parametrii reglați nu sînt respectați.

În anul 1974, la C.C.S.M. Petroșani a fost realizat un sistem de telecontrol al concentrației de CH_4 într-o lucrare minieră, prin modificarea aparatelor tip SS-2. La depășirea unei concentrații de 2% CH_4, este transmisă simultan și automat comanda de deconectare a echipamentelor electrice din lucrarea minieră respectivă.

De asemenea, trebuie remarcată preocuparea colectivului I.C.P.M.C. Petroșani pentrurealizarea unui sistem de telemecanică tip F-20, destinat exploatărilor miniere din Valea Jiului, care va sta la baza realizării unui control automat centralizat al activității din subteran.

Pentru a reduce numărul de perechi de conductoare necesare transmiterii informațiilor de la mai multe surse, se utilizează sistemele cu divizare în timp sau divizare în frecvență (multiplexare). Utilizînd divizarea în timp sau frecvență, se pot înlocui circa 200 de perechi de conductoare, cu o singură pereche.

Sistemele de comunicație fără fir realizează comunicarea radio directă între emițător și receptor. Analizînd posibilitățile de comunicare radio directă în subteran, pe plan mondial, există diferite păreri privind gama de frecvențe optimă și distanțele maxime la care se poate realiza comunicarea, puterea de ieșire necesară, limitările impuse de securitatea muncii.

Finkelstein și Erdem au studiat propagarea undelor radio din punct de vedere teoretic, verificînd ipotezele prin experimentări. Ei au stabilit că f. e. m. V_r indusă în antena receptoare poate fi exprimată matematic prin relația :

$$V_r = \left(\frac{j\omega \cdot S_r \cdot S_e \cdot N_r \cdot N_e \cdot \mu \cdot I_e}{4\pi}\right) \cdot \left(\frac{1}{r^3}\right) e^{j(\omega t - kr)}$$

în care :

r este distanța între antene ;

S_r — suprafața antenei receptorului ;

S_e — suprafața antenei emițătorului ;

N_r — numărul de bucle ale antenei receptorului ;

N_e — numărul de bucle ale antenei emițătorului ;

μ — permeabilitatea mediului dintre antene ;

I_e — curentul din antena emițătorului ;

$k = \omega (\mu e) \cdot \frac{1}{2}$;

e — permitivitatea mediului între antene ;

ω — $2 \pi F$;

F — frecvența undei ;

j — operatorul complex $\sqrt{-1}$;

t — timpul.

Rezultatele experimentale au verificat această formulă și au arătat că legătura radio directă este practic limitată în subteran la 200 m.

Deoarece atenuarea undei electromagnetice prin roci este funcție de frecvență, se pare că rezultate bune se obțin pentru frecvențe scăzute (200 — 3000 Hz). Undele cu frecvență de 10 kHz se detectează, cu aceeași aparatură, la distanțe de zece ori mai mari decît undele cu frecvență de 10 MHz.

Sistemul de comunicație pentru salvare și supraveghere, realizat de firma Westinghouse Electric Comp, lucrează într-o gamă de frecvențe de 200 — 3000 Hz, permițînd comunicări între oameni sau transmisii codificate pînă la o adîncime de circa 750 m. Puterea de ieșire a emițătorului este de 200 W.

Pentru localizarea minerilor prinși de surpări, în R.S. Cehoslovacă a fost realizat un emițător montat în farul lămpii de cap. El lucrează în gama 0,7 — 0,9 MHz, are o greutate de circa 50 grame, este alimentat de la bateria lămpii de cap și semnalele emise se pot recepționa pînă la circa 30 m de emițător.

Rezultate îmbunătățite se obțin dacă emițătorul lucrează în lungul liniilor aeriene de troleu sau cablurilor electrice, dar înlocuirea unei rețele telefonice într-o mină este posibilă numai după ce s-a stabilit eficacitatea sistemului radio pentru condițiile geologice ale minei respective.

Sistemele de comunicație radio cu cablu purtător, cu sau fără amplificatoare, lucrează într-o gamă largă de frecvențe (30 kHz — 470 MHz), fiind realizate mai multe tipuri de aparate, pentru diferite utilizări. Avantajul mare este că între cablu și emițător, respectiv receptor, nu este necesară o cuplare galvanică (fizică), semnalele fiind induse în cablurile de extracție, cablurile de forță sau cablurile telefonice, șine sau alte conductoare. Deci, cablurile pozate în lucrările miniere pot fi utilizate și pentru transmiterea unor mesaje în radiofrecvență. Pentru atenuarea perturbațiilor, rezultate bune au fost obținute utilizîndu-se modularea în frecvență.

Considerînd aspectul siguranței în funcționare, trebuie arătat că în cazul în care cablul este rupt, datorită unor căderi de roci, striviri sau altor solicitări, el va continua să radieze unde din capătul rupt, prin rocile surpate, făcînd posibilă comunicarea pe o oarecare distanță.

Echipamentul tehnic minier

Sistemele telefonice reprezintă, cel puțin pînă acum, sistemul de bază pentru transmiterea informațiilor privind desfășurarea activității miniere.

Ținîndu-se seama de caracteristicile procesului tehnologic minier, echipamentele telefonice miniere se pot grupa astfel:

— echipamente pentru telecomunicația generală a minei;

— echipamente pentru telecomunicații locale.

Echipamentele pentru telecomunicația generală a minei formează baza comunicației telefonice prin fir și asigură schimbul de informații între posturi telefonice amplasate, atît în subteran, cît și la suprafața minei sau conectarea la rețeaua telefonică urbană.

Echipamentele pentru telecomunicații locale deservesc sectoare sau locuri de muncă cu sarcini comune sau dependente în desfășurarea procesului de producție. Aceste echipamente se utilizează, spre exemplu, la puțurile principale și auxiliare, realizînd legătura între mecanicul mașinii de extracție și personalul de la celelalte orizonturi, la rambleiere, realizînd legătura între stațiile de pregătire a rambleului și personalul care execută rambleierea în abatajele cu front lung etc.

Telecomunicația locală se poate realiza cu echipamente telefonice cu fir sau cu echipamente de radiocomunicație.

Numărul telefoanelor legate la aceeași rețea de comunicație locală este de ordinul unităților și ele trebuie să permită montarea ușoară și realizarea rapidă a legăturii telefonice. În general, pentru telecomunicația locală este indicată utilizarea telefoanelor cu baterie locală (BL).

În ceea ce privește evoluția sistemelor de comunicație din țara noastră, se remarcă utilizarea, pînă în anul 1953, numai a telefoanelor din import de fabricație Siemens, Tesla.

La începutul anului 1953 Întreprinderea Electromagnetica din București a realizat prototipul unui telefon de mină telefonul tip RS 7812 compus din două carcase, una pentru echipamentul telefonic propriu-zis și alta pentru bateriile de alimentare (fig. 1).

Ambele carcase, cu mod de protecție capsulară antideflagrantă, erau confecționate din fontă, motiv pentru care greutatea telefonului ajungea pînă la 40 kg.

Deși microfonul se monta în carcasa superioară și doar partea de recepție se putea desprinde, greutatea receptorului echipat cu capsulă atingea 2 kg.

După zece ani de fabricare a telefonului RS 7812, materialul carcaselor s-a înlocuit cu

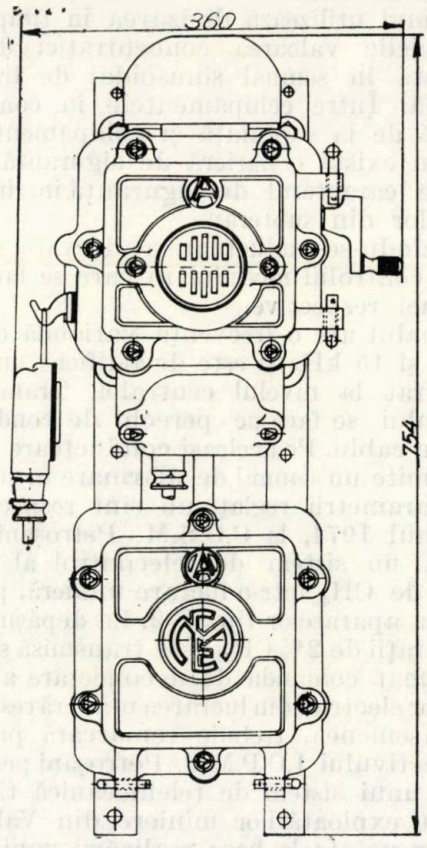


Fig. 1. Primul telefon de mină antigrizutos antideflagrant de construcție românească.

un aliaj ușor, iar microfonul s-a inclus în același corp cu receptorul, realizîndu-se o construcție minieră a microreceptoarelor. În felul acesta s-a obținut o reducere a greutății pînă la 20 kg (fig. 2).

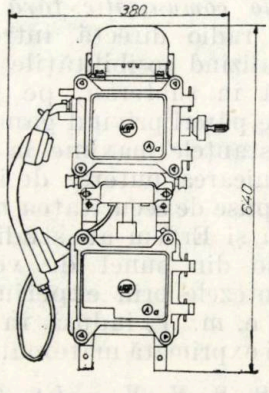


Fig. 2. Telefonul antideflagrant cu carcasă din aliaj ușor.

Greutatea încă destul de mare, limitarea impusă de modul de protecție al soneriei, dar mai ales interdicția de utilizare a telefoanelor

antideflagrante în lucrări miniere de deschidere, a determinat căutarea unor noi soluții.

În prima etapă s-au importat din R. P. Polonia telefoane cu siguranță intrinsecă de tip ATG-2 și ATG/GIG-61 (fig. 3).

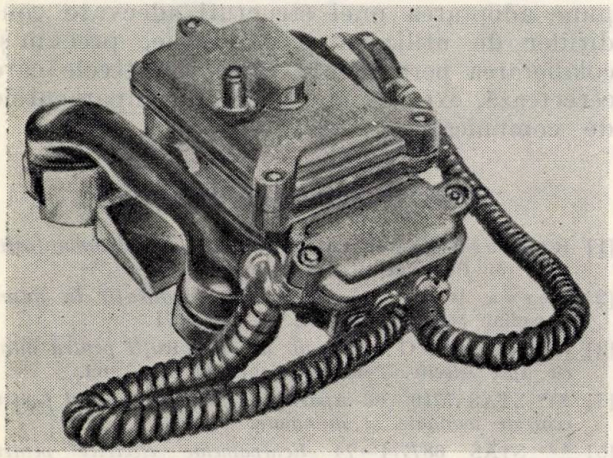


Fig. 3. Aparatul telefonic polonez cu siguranță intrinsecă. ATG/GIG-61.

În 1968 s-a studiat la Institutul de Mine din Petroșani, ca temă pentru proiect de diplomă, posibilitatea realizării unui telefon de mină cu siguranță intrinsecă.

Începînd cu anul 1973, C.C.S.M. Petroșani, în colaborare cu Intreprinderea Electromagnetica București, au efectuat cercetări pentru creșterea gradului de securitate a aparatelor și circuitelor de telecomunicație urmărindu-se :

— mărirea gradului de securitate în sistemele de telecomunicație ;

— eliminarea cheltuielilor și greutăților în deservirea telefoanelor BL ;

— ușurarea și simplificarea obținerii legăturii între posturile telefonice ;

— păstrarea mobilității și independenței telefoanelor BL.

Ținînd seama de posibilitățile de realizare a aparatelor telefonice la o întreprindere specializată în fabricația de echipament telefonic, s-a propus ca sistemele de telecomunicație din minele cu pericol de explozie să fie în exclusivitate cu siguranță intrinsecă avînd următoarea structură :

— aparate telefonice baterie centrală (BC) cu siguranță intrinsecă pentru deservirea posturilor fixe sau care se mută la intervale de timp relativ mari și care impun comunicații frecvente cu alte locuri de muncă și cu suprafața. Aceste telefoane trebuie conectate la o centrală telefonică BC, corespunzătoare modului de protecție cu siguranță intrinsecă ;

— aparate telefonice baterie locală (BL), cu siguranță intrinsecă, pentru deservirea posturilor din rampele puțurilor, plane înclinate, lucrări de rambleiere sau cu deplasare rapidă și care nu impun cu necesitate legături prin intermediul centralei telefonice ;

— aparate de comunicație speciale pentru abataje cu front lung, funcționînd pe principiul sistemelor de curenți purtători. Necesitatea acestora este reclamată de imperfecțiunea sistemelor de semnalizare mecanice sau electrice care transmit un număr restrîns de semnale ce pot fi interpretate greșit. În plus, aparatele de comunicație cu curenți purtători dau posibilitatea organelor de conducere să supravegheze și să dirijeze activitatea fără deplasări de la un capăt la altul al frontului.

De asemenea, s-au realizat modele de telefoane cu siguranță intrinsecă (fig. 4), părți componente ale instalației de automatizare a transportoarelor tip IAT-6 R, proiectată de ICPMC Petroșani.

Activitatea depusă de un colectiv de ingineri și tehnicieni de la C.C.S.M. Petroșani, sprijinită de laboratorul „aparate telefonice" de la Întreprinderea Electromagnetica București, a avut ca rezultat realizarea și experimentarea la E.M. Uricani a două telefoane BL cu siguranță intrinsecă.

Rezultatele probelor electroacustice și verificarea siguranței intrinsece, ca și experimentarea în exploatare, au stabilit că modelele realizate reprezintă un progres evident față de telefoanele utilizate în mod obișnuit în minele din țara noastră.

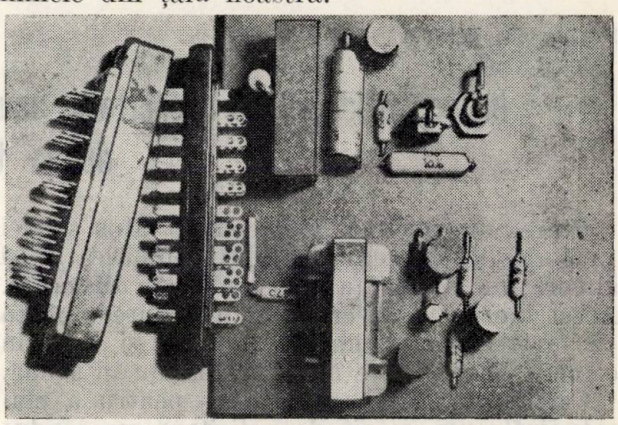


Fig. 4. Modulul echipamentului telefonic destinat instalației de automatizare a transportoarelor.

Astfel caracteristicile electroacustice ale modelelor experimentale, în comparație cu limitele impuse de normative, prezintă valorile din tabelul 1.

Tabelul 1

Echivalentul de referință relativ la SFERT	Conform STAS 7710-66, dB	Măsurat, dB
Emisie	cel mult + 3,5	— 3
Recepție	cel mult + 1,5	— 8
Efect local	cel puțin + 3,5	+ 4,5 (linie 600 ohmi)

Verificarea siguranței intrinsece contra aprinderii pentru circuitul sirenei electronice de apel s-a făcut și la institutul autorizat din R. S. Cehoslovacă.

Calculul circuitului telefonic s-a făcut pentru a se asigura funcţionarea optimă la o lungime a reţelei de 10 km, iar comanda circuitului de apel a fost astfel concepută încît ea să nu fie influenţată nici de lungimea liniei şi nici de numărul telefoanelor cuplate în paralel.

Concluzii

Importanţa sistemelor de comunicaţie pentru procesul tehnologic minier decurge din posibilitatea de informare rapidă asupra stării de funcţionare a echipamentelor, cauzei dereglărilor şi posibilităţilor de remediere, precum şi în ce priveşte nivelul parametrilor de securitate.

Tendinţa pe plan mondial este de a utiliza echipamente cu grad de securitate sporit, de dimensiuni mici şi care să poată fi utilizate în toate lucrările miniere.

Pentru simplificarea reţelei de legătură între posturi se poate utiliza transmisia în radiofrecevenţă şi multiplexarea.

Cercetările intreprinse la C.C.S.M. Petroşani urmăresc realizarea de echipamente cu un înalt grad de siguranţă, cu parametri funcţionali la nivelul tehnicii mondiale şi care să poată fi realizate şi deci livrate exploatărilor miniere într-un interval de timp cît mai scurt.

Atingerea deziderateloi funcţionale şi de securitate în sistemele de comunicaţie presupune adoptarea unei structuri adecvate condiţiilor de utilizare şi fabricaţie, precum şi colaborarea permanentă între colectivele care cercetează, execută şi utilizează echipamentele de comunicaţie.

Bibliografie

[1] Ryszard Szydla. *Instalaţia de telecomunicaţie minieră.* Publicaţie „Electrim".

[2] Terva R.P. ş.a. *Metode de comunicaţii în mine.* Canadian Mining Journal, august 1971.

[3] Cartianu, Gh. *Sistem de comunicaţii pentru mine cu apel selectiv.* Telecomunicaţii nr. 11, 1969.

[4] *** STAS 7710—66 *Aparate telefonice de abonat pentru centrale manuale şi automate.*

[5] *** STAS 6877/4—74 *Echipamente electrice pentru atmosferă explozivă. Siguranţă intrinsecă. Condiţii tehnice de construcţie şi încercare.*

[6] *** *Cercetări pentru creşterea gradului de securitate a aparatelor şi circuitelor de telecomunicaţii. Telefon de mină cu siguranţă intrinsecă.* Studiu C.C.S.M., 1973—1974.

Dr. ing. **Gr. Tatu**
ICPTG Cîmpina

Influenţa stării de solicitare asupra eficienţei procesului de dislocare de la talpa sondei

Starea de solicitare existentă la talpa sondei în foraj influenţează, uneori semnificativ şi alteori nu, eficienţa procesului de dislocare. Acest lucru s-a observat în mod direct odată cu creşterea adîncimilor de foraj şi apoi în cercetările efectuate în laborator sau în sondă.

Cercetările efectuate [1—10] pentru a elucida influenţa stării de solicitare au condus la obţinerea următoarelor concluzii:

— presiunea litostatică nu manifestă o influenţă semnificativă;

— presiunea hidrostatică influenţează în măsura în care determină pe talpă, în zona de dislocare, solicitare de compresiune ca urmare a presiunii diferenţiale efective pe adîncimea de pătrundere a elementelor active de dislocare.

Efectul stării de solicitare, în legătură cu presiunea diferenţială din zona de dislocare, este dificil de stabilit pe cale analitică şi depinde, în mod complex, de caracteristicile rocii şi fluidului.

Pentru a caracteriza influenţa stării de solicitare asupra eficienţei procesului de dislocare, în scopul orientării tehnicilor şi tehnologiilor de foraj spre situaţiile convenabile, la nivelul actual de cunoaştere este considerată oportună metoda experimentală. Cu instalaţia ILSF-1 [11] şi pe eşantioane de rocă din pachetul cercetat se determină influenţa stării de solicitare asupra procesului de dislocare cu microsape, în condiţiile folosirii fluidelor de foraj alese pentru lucru.

Importanţa problemei constă în faptul că n-a căpătat încă o rezolvare deplină şi permite, aşa cum se va arăta în continuare, orientarea măsurilor tehnologice de foraj care pot asigura creşteri importante ale eficienţei procesului de dislocare şi de foraj.

1. Consideraţii generale

În situaţia că eşantionul de rocă supus încercării corespunde rocii de la talpa sondei, alterarea dată de extragerea şi prelucrarea probei fiind considerată nesemnificativă, condiţiile de testare a influenţei stării de solicitare utilizînd microsape iconice, sînt identice celor de pe prototip [12]. Această ipoteză este admisă considerînd faptul că, presiunea diferenţială se cantonează pe o grosime foarte mică într-o proporţie foarte mare [8].

Pentru caracterizarea influenței stării de solicitare se consideră valoarea diferenței dintre presiunea hidrostatică pe talpă și valoarea presiunii din pori și raportul între vitezele mecanice sau vitezele de penetrare, la starea atmosferică și cînd presiunea diferențială are o valoare curentă.

Ridicînd dependența $f(\Delta p_i)$ sau $\varphi(\Delta p_i)$ și $p_p = 0$, se consideră că efectul este același ca și cînd $p_p \neq 0$ dar valoarea presiunii diferențiale ar fi aceeași și se poate constata dacă este sau nu oportun să se reducă presiunea pe talpă sau să se schimbe fluidul, după efectul posibil al schimbărilor preconizate.

Efectul schimbării fluidului de foraj, la o aceeași presiune diferențială, este în raport cu rezistențele hidraulice date de fluid la tendința de egalizare a presiunii în zona de dislocare și alți factori care nu pot fi caracterizați.

II. Caracterizarea influenței presiunii diferențiale asupra eficienței procesului de dislocare

Prelucrarea datelor din literatura de specialitate [1—7] a condus la obținerea reprezentărilor din figurile 1—7.

Din figura 1 se observă faptul că la creșterea solicitării triaxiale efectul este diferit de la marnă la marnă și în raport cu apăsarea pe sapă. Cu cît apăsarea pe sapă este mai mare,

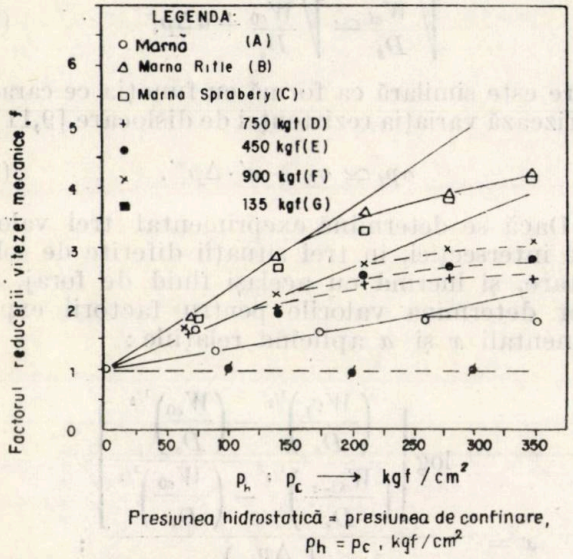


Fig. 1. $f(p_h = p_c)$, [1, 2].

cu atît efectul este mai pronunțat. De asemenea, se observă că există un prim domeniu în care, influența stării de solicitare, caracterizează prin presiunea de confinare, poate fi admisă ca liniară. La aceleași concluzii se ajunge observînd figurile 2 și 3. Peste o anumită valoare a presiunii de confinare, influența devine fără importanță practică.

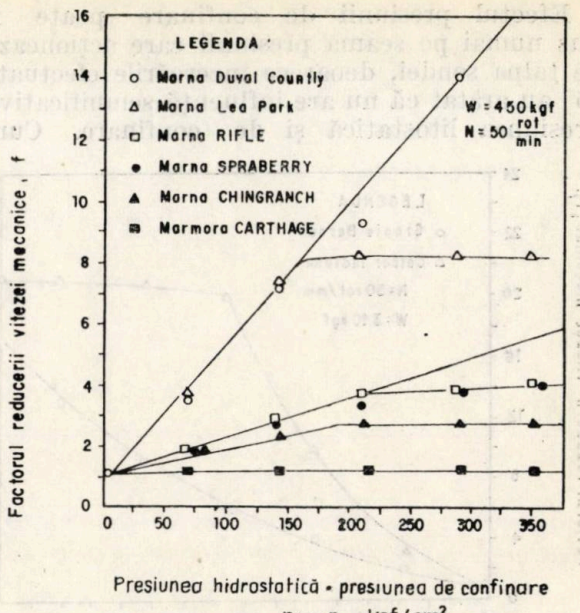


Fig. 2. $f(p_h = p_c)$, [1, 2].

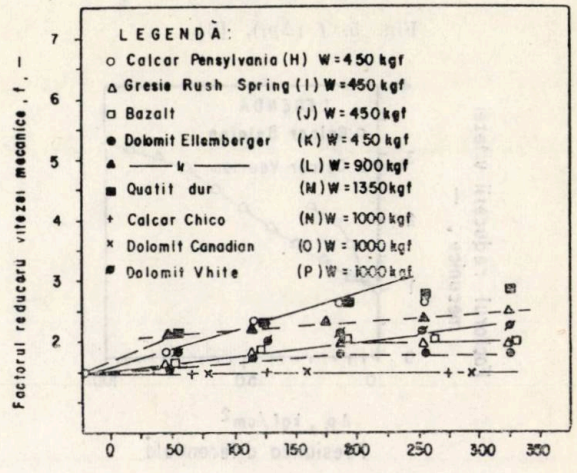


Fig. 3. $f(p_h = p_c)$, [1, 2].

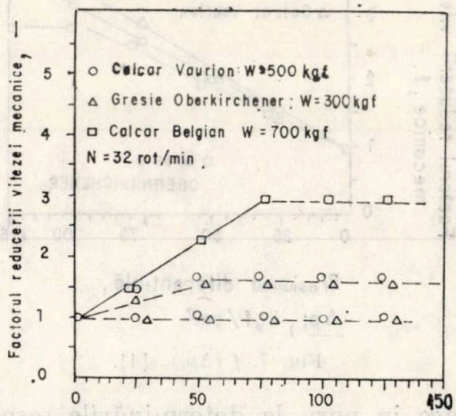


Fig. 4. $f(p_c = p_h = p_p)$, [4].

Efectul presiunii de confinare poate fi pus numai pe seama presiunii care acționează pe talpa sondei, deoarece încercările efectuate [5] au arătat că nu are influență semnificativă presiunea litostatică și de confinare. Cum

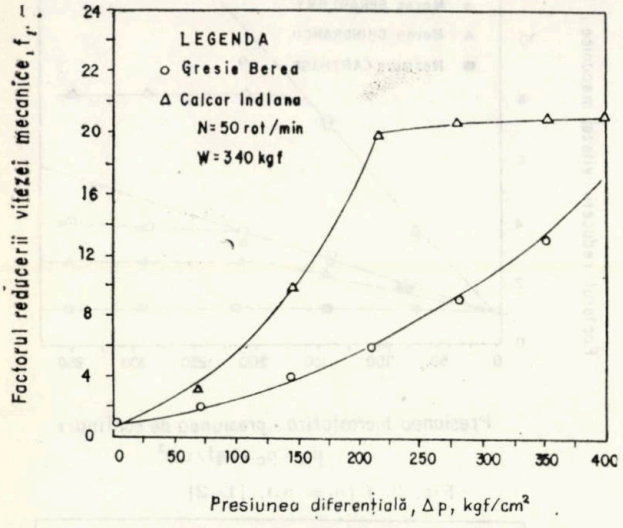


Fig. 5. $f\ (\Delta p_i)$, [3].

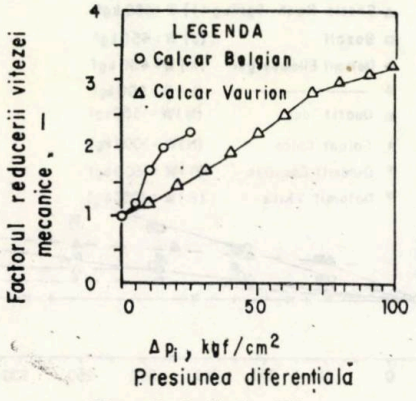


Fig. 6 $f\ (\Delta p_i)$, [5].

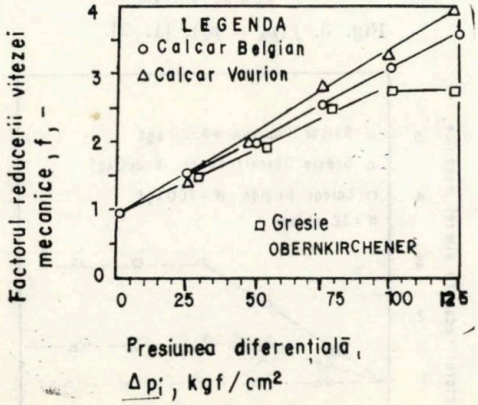


Fig. 7. $f\ (\Delta p_i)$, [4].

presiunea în pori, la determinările respective, a fost de valoare atmosferică, dependențele $f\ (p_c)$ din figurile 1—3 pot fi asimilate cu dependențe $f\ (\Delta p_i)$.

Figura 4 evidențiază unele rezultate [4] cînd starea de solicitare se caracterizează prin situația: $p_c = p_p = p_h$. Se constată că, pentru calcarul „Belgian", de permeabilitate redusă, efectul este important, atît în cazul lucrului cu apă, cît și atunci cînd se lucrează cu fluid de foraj pe bază de bentonită. În cazul celorlalte două tipuri de roci, de permeabilitate mai mare, se constată că numai cînd se lucrează cu fluid de foraj se manifestă o influență semnificativă. Și la aceste încercări se observă că influența solicitării poate fi liniarizată pe două domenii: un domeniu de dependentă proporțională și, un altul, în care creșterea solicitării nu mai determină influențe asupra procesului de dislocare.

În figurile 5—7 sînt prezentate date care evidențiază influența presiunii diferențiale asupra procesului de dislocare și se constată că, în unele cazuri, se poate proceda la liniarizarea dependentei $f\ (\Delta p_i)$ sau $\varphi\ (\Delta p_i)$, pînă la o valoare maximă a funcției și pe care o păstrează în continuare, oricît de mare ar fi Δp_i,; sînt cazuri în care dependenta $f\ (\Delta p_i)$ sau $\varphi\ (\Delta p_i)$, nu mai poate fi liniarizată dar se ajunge la o valoare pentru Δp_i peste care nu mai crește semnificativ factorul de reducere a eficienței.

Rezultatele încercărilor prezentate pun în evidență modificarea valorii intersecției W_c/D_s din reprezentarea $R(W/D_s)$, în funcție de starea de solicitare caracterizată prin presiunea diferențială. Această modificare urmărește relația:

$$\sqrt{\frac{W_{ci}}{D_s}} \simeq \sqrt{\frac{W_{c0}}{D_s}} + a\Delta p_i^x \qquad (1)$$

care este similară ca formă cu funcția ce caracterizează variația rezistenței de dislocare [9,11]:

$$\sigma p_i \simeq \sigma_0 + a' \cdot \Delta p_i^{x'}. \qquad (2)$$

Dacă se determină exeprimental trei valori ale intersecției, în trei situații diferite de solicitare, și lucrînd cu același fluid de foraj, se pot determina valorile pentru factorii experimentali x și a aplicînd relațiile:

$$x = \frac{\log \left[\dfrac{\left(\dfrac{Wc_1}{D_s}\right)^{1/2} - \left(\dfrac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}{\left(\dfrac{W_{ci-1}}{D_s}\right)^{1/2} - \left(\dfrac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}} \right]}{\log \left(\dfrac{\Delta p_i}{\Delta p_{i-1}}\right)};$$

$$a = \frac{\left(\dfrac{W_{ci}}{D_s}\right)^{1/2} - \left(\dfrac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}{\Delta p_i^x}. \qquad (3)$$

Pentru oricare valoare a presiunii diferențiale din domeniul de influență semnificativă,

se determină valoarea intersecției din reprezentarea $R(W/D_s)$ cu relația :

$$\frac{W_{ci}}{D_s} = \frac{W_{c0}}{D_s}\left[1 + \frac{a \cdot \Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}\right]^2 \qquad (4)$$

și astfel se poate trasa linia de performanță [9] pentru orice stare de solicitare, cunoscînd (W_{ci}/D_s) și panta determinată cu relația,

$$m_i = \frac{K_s}{\left(\frac{W_{ci}}{D_s}\right)^{1/2}}. \qquad (5)$$

Pentru a afla valoarea factorului de reducere a eficienței într-o situație oarecare a stării de solicitare, considerînd că procesul de dislocare se situează pe linia de performanță, se aplică relația :

$$\varphi_{(\Delta p_i;\, W_j)} =$$

$$= \left[1 + \frac{a \cdot \Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}\right] \cdot \frac{\frac{W_j}{D_s} - \frac{W_{c0}}{D_s}}{\frac{W_j}{D_s} - \frac{W_{c0}}{D_s}\left[1 + \frac{a\,\Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}\right]^2} \qquad (6)$$

care rezultă din raportul :

$$\Delta_{(\Delta p_i;\, W_j)} = \frac{R_{(\Delta p_0;\, W_j)}}{R_{(\Delta p_i;\, W_j)}}. \qquad (7)$$

Expresia (6) are caracter descrescător la creșterea valorii pentru W_j/D_s și aceasta contrazice observațiile făcute pe baza figurilor 1 și 3 că, la creșterea apăsării, factorul de reducerea eficienței crește.

Folosind date din figura 61 din lucrarea [9], de unde rezultă că la presiunea atmosferică $\frac{W_{c0}}{D_s} = 68{,}4$ kgf/mm și $m_0 = 906 \cdot 10^{-6}$ iar, la o presiune diferită de zero, $\frac{W_{ci}}{D_s} = 131$ kgf/mm și $m_i = 492 \cdot 10^{-6}$, s-a calculat viteza de penetrare la mai multe valori ale apăsării specifice

Tabelul 1

$\frac{W_i}{D_s}$, kgf/mm	150	200	300
R_0, mm/rot	0,73	1,19	2,09
R_1, mm/rot	0,09	0,33	0,83
$\frac{R_0}{R_i} = \varphi$	8,11	3,61	2,51

și au fost obținute datele din tabelul 1. Se constată că, factorul de reducere a eficienței procesului scade la creșterea apăsării specifice.

Este posibil ca rezultatele contradictorii să apară deoarece : nu se cunoaște domeniul în

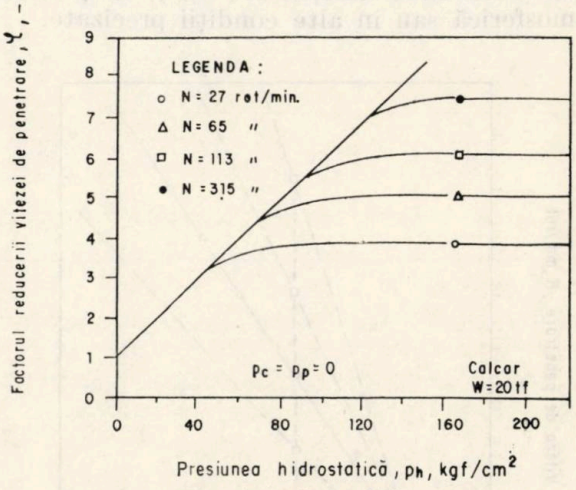


Fig. 8. $\varphi(p_h)$, [10].

care se plasează rezultatele din figurile 1 și 3 în reprezentarea $R(W/D_s)$; au fost, probabil, prezente schimbări de caracteristici ale eșantioanelor de rocă pe care s-au făcut încercările sau rezultatele de lucru ale sapelor cu diamante reprezintă o excepție.

Cercetările experimentale [8] au evidențiat faptul că viteza de rotație influențează asupra valorii presiunii diferențiale peste care nu mai este influențat factorul de reducerea eficienței. Așa cum rezultă din figura 8, valoarea presiunii diferențiale limită, la o anumită viteză de rotație și cînd se cunoaște presiunea diferențială limită la altă viteză de rotație, este dată de relația :

$$\Delta p_i = \left[\frac{\left(\frac{R_0}{R_1}\right)\left(\frac{r_i}{r_1}\right)\left(\frac{N_1}{N_i}\right) - 1}{a''}\right]^{1/x''}. \qquad (8)$$

Factorii empirici a'' și x'' se determină pentru o situație experimentală caracterizată prin lucru cu același fluid.

III. Metoda pentru caracterizarea influenței stării de solicitare de la talpa sondei asupra procesului de dislocare

Printr-o serie de determinări efectuate cu instalația ILFS-1 [11, 12], în condiții generale precizate, se determină variația factorului de reducere a eficienței procesului care se măsoară prin raportul între viteza de penetrare la presiunea „atmosferică" și cea la presiunea diferențială curentă. Apăsarea pe microsapă se stabilește la o valoare suficient de mare ca,

la toate presiunile de încercare, rezultatele procesului de dislocare să se plaseze pe o linie de performanţă. Pentru a avea această informaţie, înainte de încercările pentru ridicarea dependentei $\varphi(\Delta p_i)$ se efectuează o încercare pentru ridicarea funcţiei $R(W/D_s)$ la presiune atmosferică sau în alte condiţii precizate.

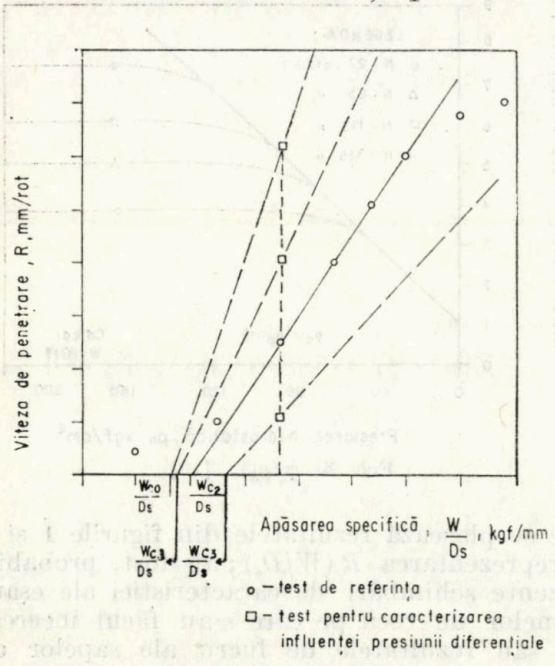


Fig. 9. Reprezentarea $R(W/D_s)$ pentru evidenţierea influenţei presiunii diferenţiale. [11, 13].

Rezultatele încercărilor se reprezintă grafic ca în figurile 9 şi 10. Liniile de performanţă se trasează pe baza experimentelor complete

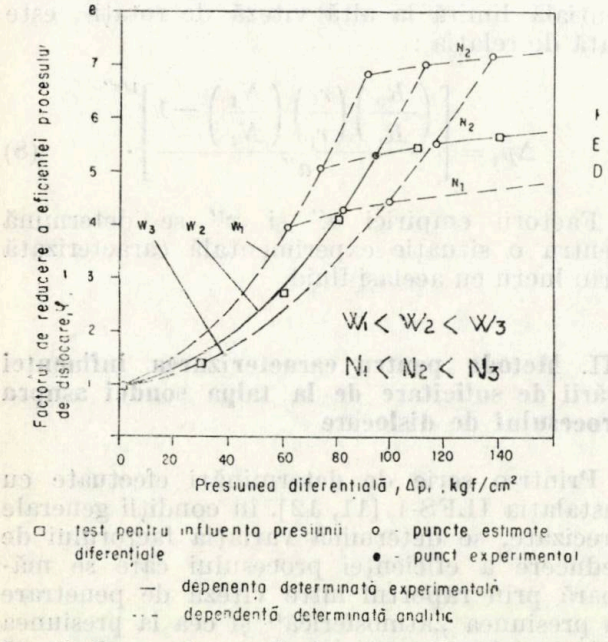
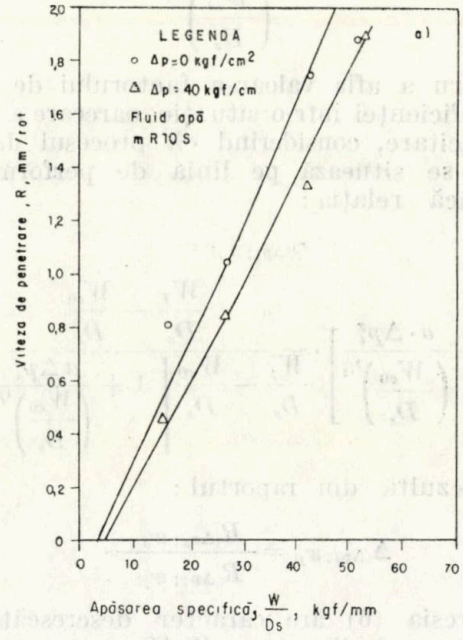


Fig. 10. Reprezentarea $\varphi(\Delta p_i)$ pentru evidenţierea influenţei vitezei de rotaţie şi a apăsării pe talpă.

care se fac la mai multe valori ale apăsării pe sapă sau pe baza rezultatelor obţinute la încercările efectuate la diferite valori ale presiunii diferenţiale, dar cu acelaşi regim de dislocare, cînd intersecţiile se calculează cu relaţia :

$$\frac{W_{ci}}{D_s} = \frac{1}{2}\left[\left(2\frac{W_j}{D_s} + \frac{R_j^2}{K_s^2}\right)^2 - \sqrt{\left(2\frac{W_j}{D_s} + \frac{R_j^2}{K_s^2}\right)^2 - 4\left(\frac{W_j}{D_s}\right)^2}\right]. \quad (9)$$



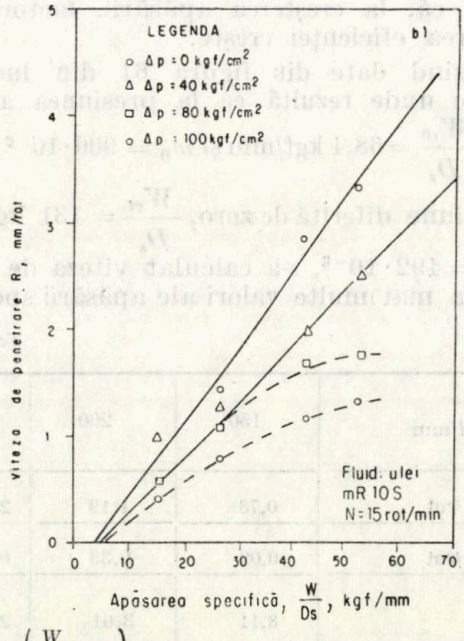


Fig. 11. $R\left(\frac{W}{D_s}, \Delta p\right)$ – pentru încercări de laborator, [11, 13].

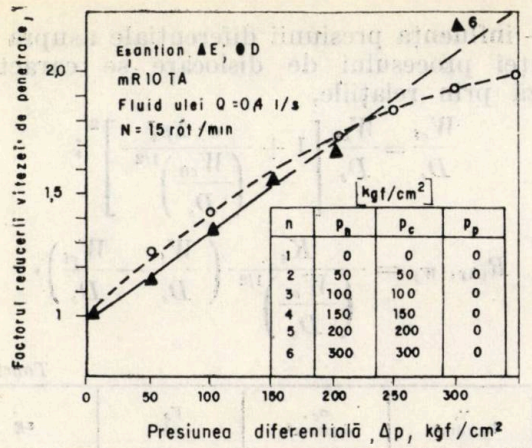


Fig. 12. $\varphi(\Delta p)$ pentru încercări pe eşantioane naturale, [11,13].

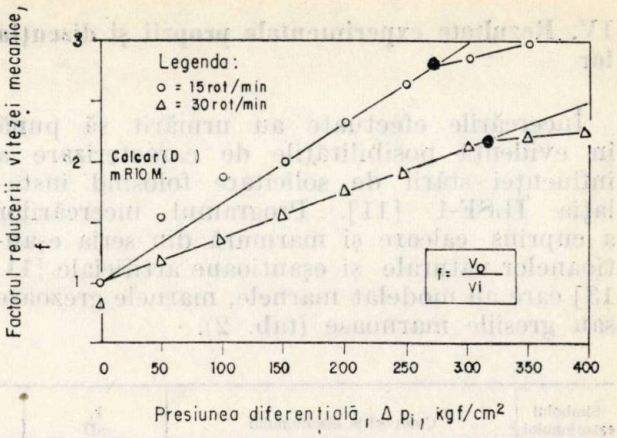


Fig. 14. $f(\Delta p)$, pentru încercări pe eşantioane naturale, [11, 13].

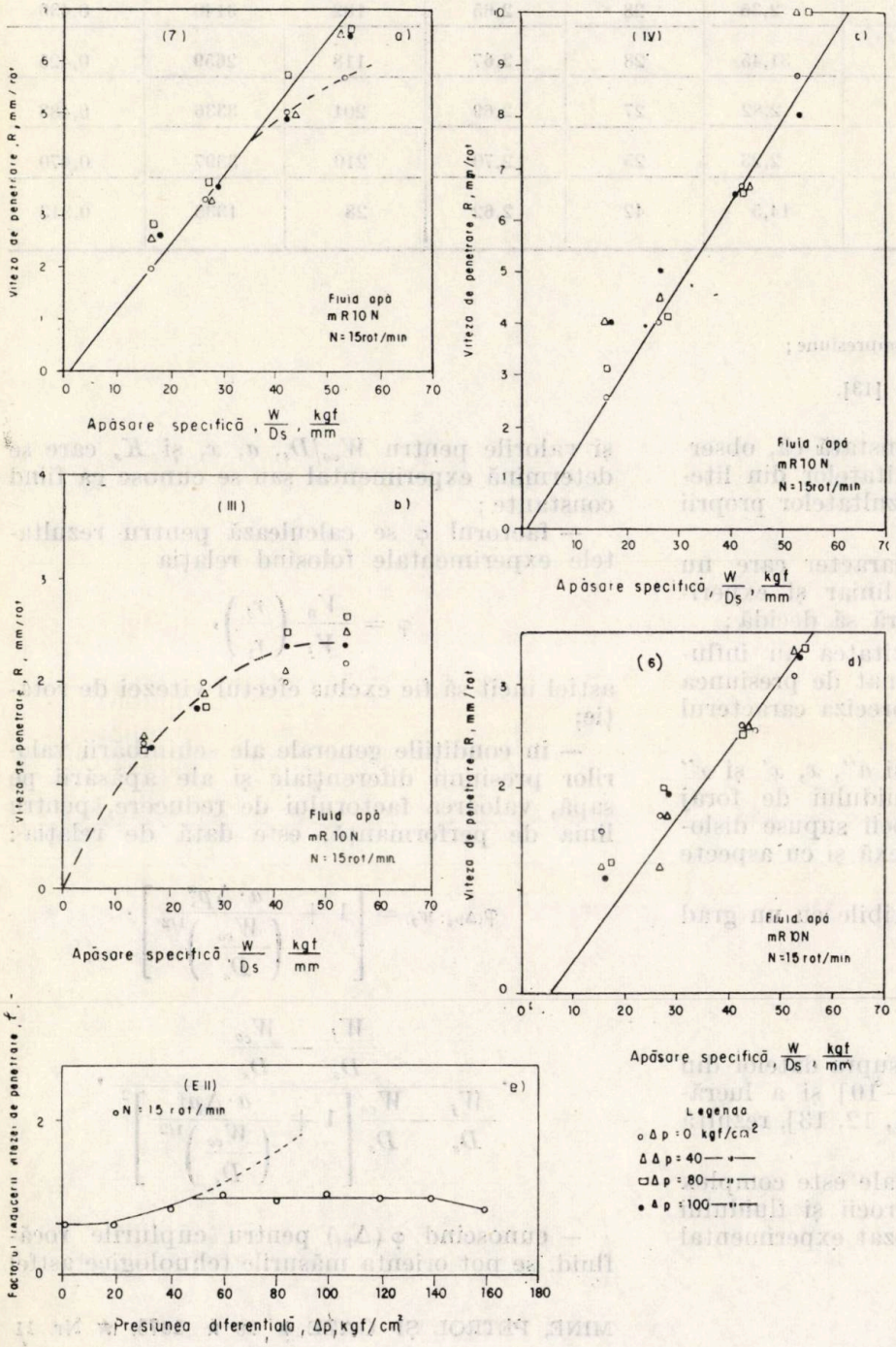


Fig. 13. $R\left(\frac{W}{D_s}, \Delta p\right)$ pentru încercări pe eşantioane artificiale, [11, 13].

Aplicînd relaţiile (3) şi (4) se obţin valorile pentru intersecţie şi panta liniei de performanţă şi reprezentarea $R(W/D_s)$ şi deci

$$R\left(\frac{W_j}{D_s}; \Delta_{p_i}\right).$$

Valoarea limită a presiunii diferenţiale pînă la care se manifestă semnificativ influenţa asupra factorului de reducere a eficienţei procesului de dislocare se obţine prin extrapolare grafică a funcţiilor empirice $\varphi(\Delta_{p_i})$ pînă la intersecţia cu curbele de nivel trasate prin valorile determinate cu relaţia :

$$\varphi_{N_i} = \left(\frac{R_0}{R_1}\right) \cdot \left(\frac{r_i}{r_1}\right) \cdot \left(\frac{N_1}{N_i}\right), \tag{10}$$

sau analitic cu relaţia (8), după ce mai întîi s-au determinat valorile factorilor a'' şi x''.

IV. Rezultate experimentale proprii şi discuţia lor

Încercările efectuate au urmărit să pună în evidenţă posibilităţile de caracterizare a influenţei stării de solicitare folosind instalaţia ILSF-1 [11]. Programul încercărilor a cuprins calcare şi marmură din seria eşantioanelor naturale şi eşantioane artificiale [11, 13] care au modelat marnele, marnele grezoase sau gresiile marnoase (tab. 2).

Tabelul 2

Simbolul eşantionului	Compoziţia eşantionului	k, mD	m, %	γ, kgf/dm³	σ_c, kgf/cm²	V_s m/s	ε_E
I_6	ciment+nisip	2,35	28	2,65	182	3140	0,436
I_7	ciment+nisip	31,45	28	2,67	118	2659	0,425
II	ciment+nisip	2,82	27	2,69	201	3336	0,483
III	ciment+nisip	2,23	25	2,70	210	3397	0,470
IV	ciment+nisip+bentonită	14,5	42	2,62	28	1335	0,313

k — permeabilitatea;
m — porozitatea;
γ — greutatea specifică;
σ_c — rezistenţa de rupere la compresiune;
V_s — viteza sunetului;
ε_E — coeficientul de elasticitate [13].

Din figurile 11 — 14 se constată că, observaţiile obţinute pe baza rezultatelor din literatură se extind şi asupra rezultatelor proprii şi anume:

— funcţia $\varphi(\Delta_{pi})$ are un caracter care nu poate fi aprioric considerat liniar şi experimentul este singurul în măsură să decidă;

— permeabilitatea şi porozitatea au influenţă asupra efectului determinat de presiunea diferenţială, dar nu se poate preciza caracterul acestei influenţe;

— valorile factorilor a, a' şi a'', x, x' şi x'' depind de caracteristicile fluidului de foraj circulat şi de proprietăţile rocii supuse dislocării, dependenţa fiind complexă şi cu aspecte contradictorii;

— încercările sînt reproductibile cu un grad corespunzător de confienţă.

Concluzii

În contextul observaţiilor asupra datelor din literatura de specialitate [1—10] şi a lucrărilor experimentale proprii [11, 12, 13], rezultă că:

— efectul presiunii diferenţiale este complex în raport cu caracteristicile rocii şi fluidului de foraj, dar poate fi caracterizat experimental pentru cupluri de roci fluide;

— influenţa presiunii diferenţiale asupra eficienţei procesului de dislocare se caracterizează prin relaţiile,

$$\frac{W_{ci}}{D_s} = \frac{W_{c0}}{D_s}\left[1 + \frac{a \cdot \Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{c0}}{D_s}\right)^{1/2}}\right]^2;$$

$$R_{(\Delta p_i;\, W_j)} = \frac{K_s}{\left(\frac{W_{ci}}{D_s}\right)^{1/2}}\left(\frac{W_j}{D_s} - \frac{W_{ci}}{D_s}\right),$$

şi valorile pentru W_{co}/D_s, a, x, şi K_s care se determină experimental sau se cunosc ca fiind constante;

— factorul φ se calculează pentru rezultatele experimentale folosind relaţia

$$\varphi = \frac{V_0}{V_j}\left(\frac{r_j}{r_1}\right),$$

astfel încît să fie exclus efectul vitezei de rotaţie;

— în condiţiile generale ale schimbării valorilor presiunii diferenţiale şi ale apăsării pe sapă, valoarea factorului de reducere, pentru linia de performanţă, este dată de relaţia:

$$\varphi_{(\Delta p_i;\, W_j)} = \left[1 + \frac{a \cdot \Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{co}}{D_s}\right)^{1/2}}\right] \cdot$$

$$\cdot \frac{\frac{W_j}{D_s} - \frac{W_{co}}{D_s}}{\frac{W_j}{D_s} - \frac{W_{co}}{D_s}\left[1 + \frac{a \cdot \Delta p_i^x}{\left(\frac{W_{co}}{D_s}\right)^{1/2}}\right]^2},$$

— cunoscînd $\varphi(\Delta_{pi})$ pentru cuplurile rocă-fluid, se pot orienta măsurile tehnologice astfel

încît să fie alese cele mai eficiente fluide şi se elimină riscul unor decizii ineficiente cu privire la schimbarea fluidului, reducerea presiunii hidrostatice etc.

NOTAŢII

φ — factorul de reducere a eficienţei procesului de dislocare cînd indicatorul analizat este viteza de penetrare;

f — factorul de reducere a eficienţei procesului de dislocare cînd indicatorul analizat este viteza mecanică;

Δ_{pi} — presiunea diferenţială la talpa sondei;

σ_p; σ_0 — rezistenţa de foraj, la presiunea p şi respectiv presiunea atmosferică;

a; a'; a''; x; x'; x'' — factori experimentali;

K_s — capacitatea sapei [9];

$R_{(\Delta p_i;\ W_j)}$ — viteza de penetrare la presiunea diferenţială Δ_{pi} şi la apăsarea W_j;

$f(\Delta_{pi})$; $\varphi\ (\Delta_{pi})$ — funcţiile de dependenţă ale factorului de reducerea eficienţei procesului de dislocare în raport cu presiunea diferenţială;

p_c, p_p, p_h — presiunea de confinare, presiunea în pori şi, respectiv, presiunea hidrostatică pe talpă;

$\frac{W_{ci}}{D_s}$; $\frac{W_{co}}{D_s}$ — intersecţia liniei de performanţă [9] în cazul presiunii diferenţiale Δ_{pi} şi respectiv $\Delta_{p_0} = 0$;

m_i; m_o — panta liniei de performanţă [9] în cazul presiunii diferenţiale Δ_{pi} şi respectiv Δ_{p_0};

N_1; N_i — viteze de rotaţie ale instrumentului de dislocare, experimentală şi, respectiv, de calcul;

r_1; r_i — funcţia vitezei de rotaţie în relaţia vitezei mecanice la N_1 şi respectiv N_i [9].

Bibliografie

Murray, A. S., Cunningham, R. A. *Effect of mud column pressure on drilling rates (Efectul presiunii coloanei fluidului de foraj asupra vitezelor de foraj).* Drilling (AIME) — spe, 1965, p. 46.

Eckel, J. R. jr. *Effect of pressure on rock drillability (Efectul presiunii asupra forabilităţii rocii).* Drilling (AIME) — spe, 1965, p. 55.

Cunningham, R. A., Fenik, J. G. *Laboratory study of effect of overburden, formation and mud column pressures on drilling rate of permeable formation (Studiu de laborator asupra efectului presiunii litostatice, presiunii din pori şi a presiunii hidrostatice, asupra vitezei de foraj la formaţiunile permeabile).* Drilling (AIME) — spe, 1965, p. 61.

Garnier, A. J., Van Lingen. N. H. *Phenomena affecting drilling rates at depth (Fenomene care afectează viteza de foraj la adincime).* Drilling (AIME) — spe, 1965, p. 79.

Van Lingen, N. H. *Bottom scavenging — a major factor governing penetration rates at depht (Curăţirea tălpii — un factor care guvernează viteza de penetrare la adincime).* Drilling (AIME) — spe, 1965, p. 87.

Eckel, J. R. *Microbit studies of the effect of fluid properties and hidraulics an drilling rate (Studierea cu microsape a efectului proprietăţilor fluidului şi hidraulicii asupra vitezei de foraj).* J.P.T., July 1967.

Maurer, W. C. *Bit tooth penetration under simulated bore hole conditions (Pătrunderea danturii sapei în condiţiile de talpă simulate).* J.P.T., Dec. 1965 .

Ferguson, C. K., Klotz, I. A. *Filtration from mud during drilling (Filtrarea pentru fluidul de foraj utilizat la foraj).* Drilling (AIME) — spe, 1965 p. 132.

Bingham, M. G. *A new approach to interpreting rock drillability. (O nouă abordare la interpretarea forabilităţii rocii).* O.G.J. nr. 42÷52, 1964, S.U.A.; O.G.J. nr. 1—3, 1965.

Feenstra, R., Van Leeven, I.I.M: *Ful-scale experiments on jets in impermeable rock drilling (Experimente la scară naturală, cu jet, în forarea rocilor impermeabile).* J.P.T., March 1964.

Tatu, Gr. *Cercetări privind stabilirea parametrilor optimi ai regimului de foraj.* Bibl. I.C.P.P.G. — Cîmpina, 1972.

Tatu, Gr. *Aplicarea analizei dimensionale în stabilirea legii modelului pentru procesul dislocării mecanice a rocilor la talpa sondelor în foraj.* Petrol şi Gaze vol. XXIV, nr. 12, dec. 1973 p. 734.

Tatu, Gr. *Optimizarea construcţiei sondelor de adincime realizate prin dislocarea mecanică a rocilor (Teză de doctorat).* I.P.G.G. — Bucureşti, 1971.

Fiz. **Ludmann T.**, ing. **Săsărean O.** şi ing. **Varga K.I.**
I.C.P.M.M.N. Baia Mare

Cercetări privind aplicarea şi extinderea automatizării la instalaţiile de preparare a minereurilor neferoase

Studierea şi experimentarea automatizării proceselor tehnologice din uzinele de preparare a minereurilor neferoase a început în anul 1970 în cadrul ICPMMN Baia Mare. Mai întîi au fost studiate problemele de la partea de măcinare, după care s-au atacat părţile de flotare, îngroşare şi filtrare. Paralel cu studiile de cercetare, s-a dezvoltat şi activitatea de proiectare, bazîndu-se în mare parte pe echipamentul electric şi pneumatic de producţie indigenă. Rezultatele industriale ale acestei activităţi vor apărea în 1975 cînd, pe baza proiectelor institutului, nostru, vor intra în funcţiune, la două uzine de preparare, circuitele de măcinare autogenă şi cu bile, automatizate.

1. Sistemele folosite şi mijloacele de automatizare a măcinării

Preocuparea asupra automatizării a început paralel cu introducerea tehnologiei de măcinare autogenă a minereului, tehnologie care presupune existenţa automatizării, în vederea bunei desfăşurări a proceselor. Din această cauză, în primul rînd s-au studiat problemele automatizării circuitelor multistadiale ale măcinării autogene [1].

Prima problemă studiată a fost alegerea traductoarelor de măsură pentru parametrii principali ai fluxului tehnologic : debitele de solid şi lichide, parametrii de stare ai morii, densitatea tulburelii.

Producţia indigenă de aparate asigură debitmetre electromagnetice, perfect corespunzătoare atît apei, cît şi tulburelii. Pentru măsurarea debitelor solide sînt în curs de realizare cîntare electronice de bandă, aparate care s-au comportat bine în timpul experimentării lor industriale.

Drept parametru de stare a încărcăturii morii autogene s-a ales puterea motorului de antrenare, după o experimentare prealabilă comparativă între parametrii de putere şi zgomot. Cele două metode s-au dovedit a fi echivalente, însă existenţa producţiei de traductoare de putere alternativă, precum şi alura extremală a caracteristicii putere-încărcătură, au fost hotărîtoare în alegere [3].

De exemplu, în figura 1 s-au reprezentat caracteristicile zgomot-încărcătură, putere-încărcătură şi productivitate-încărcătură, în cazul unei mori autogene cu diametrul de 6 000 mm. Se cunoaşte faptul că productivitatea morii autogene variază cu gradul de încărcare avînd un maxim la încărcătura optimă. În cazul morilor autogene se constată, că maximul de productivitate coincide sau este în apropierea maximului de putere absorbită. Productivitatea descreşte foarte repede la depăşirea încărcăturii optime, domeniu în care se manifestă fenomenul de acumulare a materia-

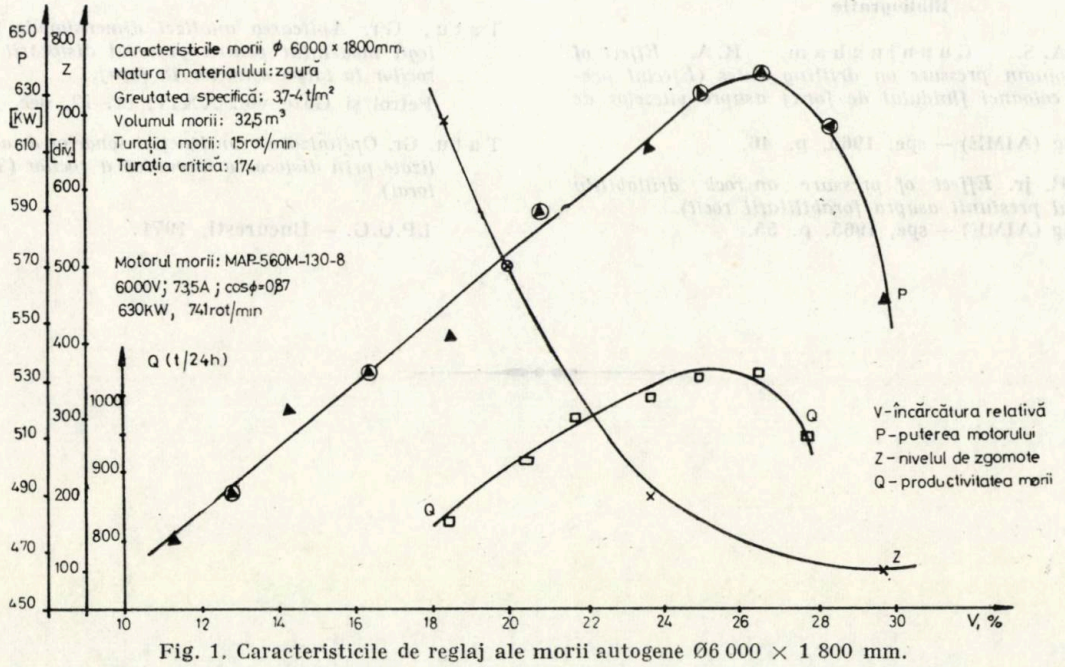


Fig. 1. Caracteristicile de reglaj ale morii autogene Ø6 000 × 1 800 mm.

lului în moară, scăzîndu-se brusc efectele de fragmentare. Toate aceste particularităţi se pot exprima foarte bine în termenii de putere absorbită, cu ajutorul caracteristicii putere-încărcătură. Este adevărat faptul că şi pe caracteristica zgomot-încărcătură se pot stabili punctele corespunzătoare de limită, însă natura extremală a caracteristicii putere-încărcătură are avantaje nete [5].

Densitatea tulburelii se măsoară prin metoda radioactivă (absorbţia razelor gama) în producţia industrială curentă existînd asemenea aparate. S-a experimentat şi metoda piezometrică (cu insuflare de aer), cu rezultate bune, însă această metodă necesită aer instrumental şi nu toate uzinele de preparare dispun de staţii de compresoare de aer instrumental — echipament care în prezent se aduce din import.

Producţia indigenă de echipament electronic de automatizare asigură o serie de aparate specifice buclelor de reglaj : adaptoare, convertoare, indicatoare, înregistratoare, integratoare, elemente de calcul, regulatoare continue (PI, PID) şi bipoziţionale etc. Aceste aparate lucrează cu semnal unificat : 2—10 mA cc şi se caracterizează printr-o siguranţă mare în exploatare [6].

Producţia indigenă de echipament pneumatic de automatizare este în curs de realizare. Această producţie va asigura aparatura de mai sus în varianta pneumatică, cu semnalul unificat de 0,2—1 atm.

După traductoare deci, buclele de reglaj sînt construite din aparate electronice unificate, realizîndu-se următoarele funcţii de automatizare :

— reglarea continuă a debitului de minereu, în funcţie de starea de încărcare a morii autogene (puterea motorului de antrenare) ;

— reglarea bipoziţională a adaosului de corpuri de măcinare (în treptele 2—3 de măcinare), în funcţie de starea de încărcare a morilor ;

— reglarea în raport constant a debitului de apă la alimentarea morilor în funcţie de debitul de minereu ;

— reglarea densităţii tulburelii, prin reglarea debitului de apă de la evacuarea morilor ;

— reglarea funcţionării hidrocicloanelor prin modificarea orificiului de evacuare a îngroşatului în funcţie de depresiunea din axa lor.

Probleme nerezolvate încă la măcinare reprezintă elementele de execuţie. Astfel, numai alimentatoarele vibrante permit modificarea automată a debitului lor. Pentru celelalte tipuri de alimentatoare (cu disc, cu plăci) în cursul anului 1975 se vor realiza prototipurile de blocuri de comandă automată. Ventile de reglaj pentru lichide există în producţia curentă, doar pentru lichide neabrazive. Realizarea corespunzătoare a automatizării sistemelor pompă-hidrociclon cere rezolvarea problemei ventilelor antiabrazive bipoziţionale şi a diuzei de reglaj automat a orificiului de evacuare a îngroşatului din hidrociclon, probleme care vor fi atacate de asemenea în cursul anului 1975.

Pentru circuitele de măcinare cu bile, problemele de automatizare sînt similare, aparatura folosită este aceeaşi. În vederea urmăririi mai exacte a funcţionării circuitelor moară-clasor, la aceste utilaje se prevăd traductoare de putere, atît la moară (pentru gradul de încărcare), cît şi la clasor (care în acest caz indică valoarea sarcinii circulante). Parametrul de putere este semnificativ pentru gradul de încărcare cu minereu a morii cu bile, doar în cazul menţinerii constante a încărcăturii cu bile, deci fiecare circuit se prevede cu sistem de dozare automată a bilelor. Bilele pot fi adăugate constant în timp, după consumul specific stabilit sau după cantitatea de minereu intrată în moară. Primul sistem de dozare a bilelor va intra în funcţiune în anul 1975, după proiectele institutului nostru [8].

În vederea urmăririi în condiţiile uzinei de preparare a funcţionării aparaturii de automatizare de producţie indigenă, în cadrul temei de cercetare de automatizare în 1971 s-a realizat un dulap de comandă şi măsurare a parametrilor tehnologici la o linie de măcinare autogenă la Flotaţia centrală Baia Mare. Schema-bloc de automatizare este prezentată în figura 2, iar fotografia dulapului de comandă în figura 3 [7].

Fluxul tehnologic al măcinării autogene cuprinde silozurile de minereu neclasat (—300mm)[1] şi bulgări de măcinare *1 a*, alimentator cu plăci metalice *2* şi disc *3*, benzi de transport *4*, moara autogenă Ø 6000 × 1800 mm în prima treaptă de măcinare *5*, care lucrează în circuit deschis, şi morile 3600 × 3000 mm, tot autogene *6*, care lucrează în circuit închis cu hidrocicloane *8*, alimentate prin pompe de tulbureală *9*, produsele medii şi finale ale măcinării fiind colectate în bazinele *7*, iar apoi trimise la flotare tot cu ajutorul pompelor.

Buclele de automatizare prevăzute sînt cele menţionate mai inainte, şi anume :

— bulca de reglaj al menţinerii constante a încărcăturii morii autogene din treapta I, compusă din traductorul de putere alternativă *1f1*, adaptorul de tensiune *1u1*, înregistrator electronic *1u2*, regulator electronic cu referinţă internă *1u3*. Bucla de reglaj în prezent nu este închisă, fiindcă blocul de comandă al alimentatorului cu plăci *1u4* este în curs de realizare ;

— bucla de reglaj pentru menţinerea raportului L/S în moara din treapta I, compusă din cîntar electronic de bandă *2f1*, împreună cu adaptorul *2u1*, înregistratorul de debit minereu *2u2*, convertorul de tensiune *2u3*, traductorul electromagnetic de debit pentru apă *2f2*, adaptorul de debit *2u4*, înregistratorul *2u5* şi tota-

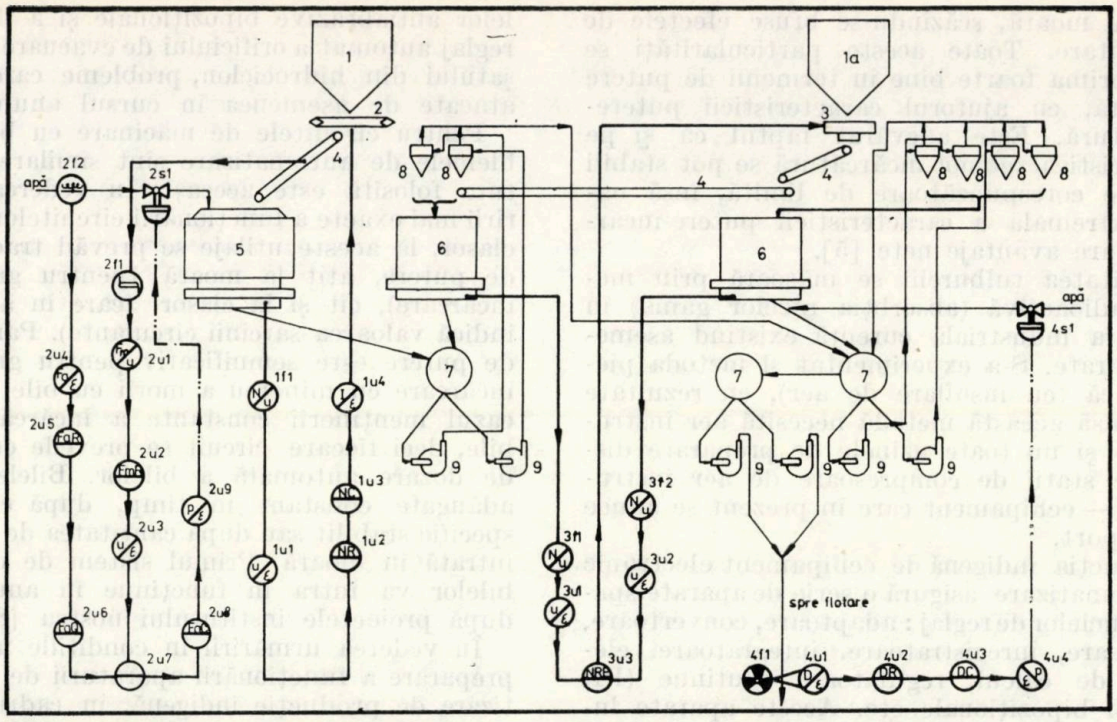


Fig. 2. Schema-bloc de automatizare a măcinării la Flotația centrală Baia Mare.

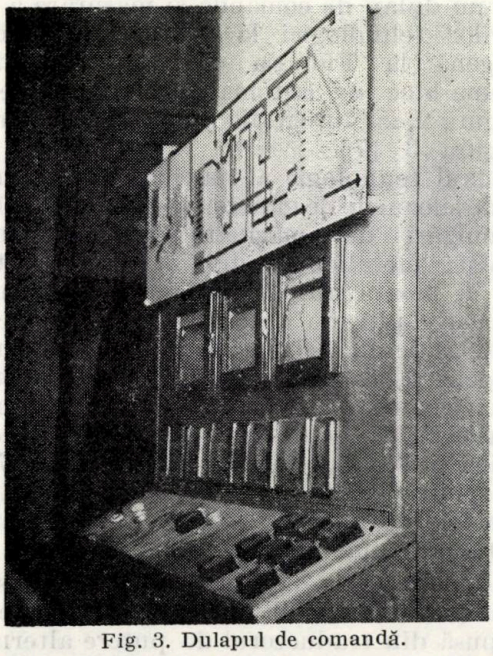


Fig. 3. Dulapul de comandă.

lizatorul *2u6* de debit apă, elementul de raport *2u7*, regulatorul electronic *2u8*, convertorul electro-pneumatic *2u9* și ventilul de reglaj pe apă cu servomotor pneumatic *2s1*. Experimentarea acestei bucle de reglaj s-a făcut cu un cîntar de bandă din import, cel românesc fiind în curs de realizare;

— bulca de reglaj al dozării corpurilor de măcinare în treptele II și III de măcinare, care cuprinde traductoarele de putere *3f1* și *3f2*, convertoarele de tensiune *3u1* și *3u2*, înregistratorul pe două canale cu semnalizarea depășirii limitelor *3u3*, care dă comenzi bipoziționale pentru pornirea-oprirea alimentatorului *3* și a sistemului de benzi *4* pentru completarea încărcăturii de corpuri de măcinare, după necesități;

— bucla de reglaj al densității tulburelii trimisă la flotare, care cuprinde densimetrul cu radiații gama împreună cu adaptorul *4f1* și *4u1*, înregistratorul de densitate *4u2*, regulatorul electronic cu referința internă *4u3*, convertorul electro-pneumatic *4u4* și ventilul de reglaj cu servomotor pneumatic *4s1*, montat pe conducta de apă.

În urma experimentării acestor bucle, pe baza rezultatelor a fost întocmit un proiect de execuție pentru două linii de măcinare autogenă, instalația de automatizare definitivă proiectată urmînd să fie realizată pînă la sfîrșitul anului 1975 la Flotația centrală Baia Mare.

Paralel cu proiectarea noii instalații de preparare de la Exploatarea minieră Rodna, în 1972 a fost întocmit și proiectul de automatizare a măcinării la această uzină. Schema-bloc de automatizare se prezintă în figura 4.

Circuitul de măcinare constă dintr-o moară autogenă în circuit deschis și o moară cu bile în circuit închis cu clasorul spiral, avînd clasarea de control prin hidrociclon. Alimentarea morii autogene se face cu minereu — 300 mm din două silozuri, cu ajutorul alimentatoarelor cu plăci metalice și banda de transport. Revărsarea clasorului intră într-un bazin cu nivel constant, a cărui suprascurgere constituie produsul măcinării, care se trimite la flotație, după ce se iau probe cu ajutorul unui aparat cu programare în timp AT-1.

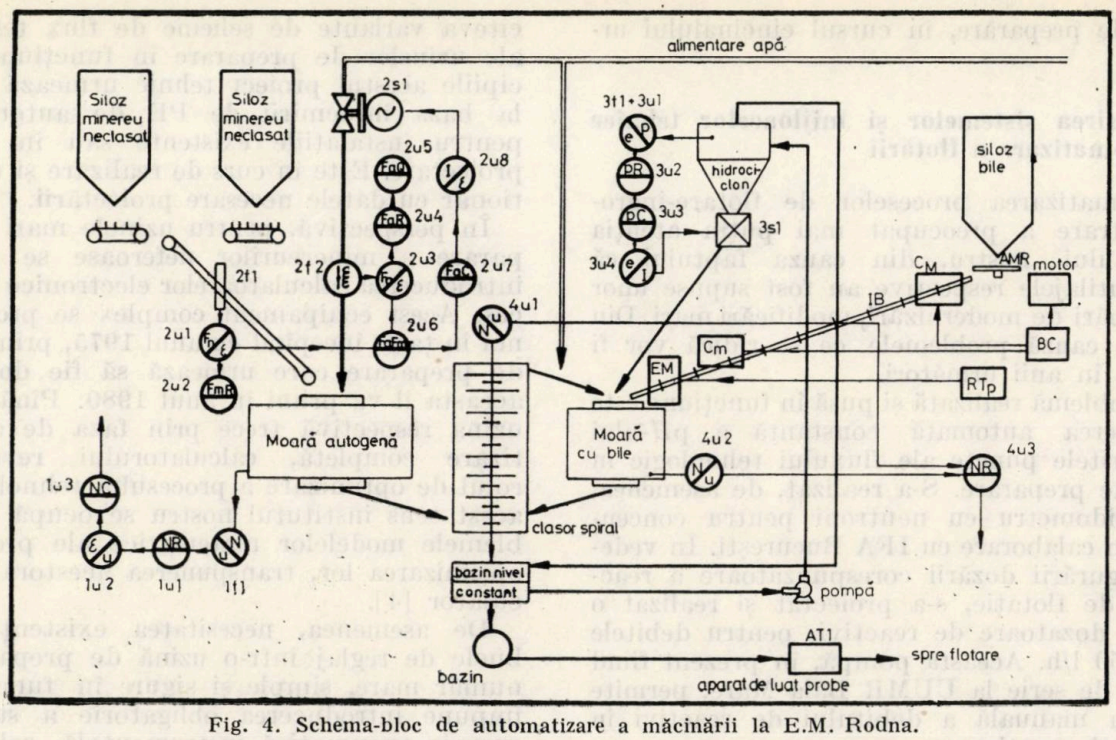


Fig. 4. Schema-bloc de automatizare a măcinării la E.M. Rodna.

Circuitele de automatizare sînt următoarele :

1. Cu ajutorul traductorului de putere *1f1* şi instrumentului înregistrator *1u1* se urmăreşte puterea motorului de antrenare, deci implicit gradul de încărcare a morii autogene. Semnalul de putere după un convertor *1u2* intră în regulatorul continuu cu referinţă internă *1u3* (de tip PID). Bucla de reglaj — care urmăreşte reglarea debitului de minereu în vederea menţinerii încărcăturii constante la moara autogenă — nu este închisă, din cauza faptului că blocul de comandă pentru alimentatoarele cu plăci se află încă în fază de elaborare.

2. Cu ajutorul cîntarului de bandă *2f1*, a adaptorului *2u1* şi a instrumentului înregistrator *2u2* se urmăreşte debitul de minereu care intră în moara autogenă. Cu ajutorul debitmetrului electromagnetic *2f2*, a adaptorului *2u3*, a instrumentului înregistrator *2u4* şi a integratorului *2u5* se urmăreşte debitul de apă ce se adaugă la alimentarea morii autogene. Cele două semnale, de debit-minereu şi de debit-apă, intră în elementul de raport *2u6* şi regulatorul continuu cu referinţă internă *2u7* (de tip PI) semnalul de ieşire al regulatorului reprezentînd comanda ventilului de reglaj al debitului de apă *2s1*, care se aplică prin blocul de comandă al acestuia *2u8*. Bucla de reglaj urmăreşte menţinerea constantă a raportului L/S în moara autogenă.

3. Depresiunea existentă în axul hidrociclonului se măsoară cu ajutorul unui traductor de presiune absolută *3f1* + *3u1*, indicată de înregistratorul *3u2*. Semnalul de depresiune intră în regulatorul cu referinţă internă *3u3* (de tip PID), semnalul de ieşire al regulatorului fiind comanda diuzei de reglaj de la refuzul hidrociclonului *3s1*, prin blocul său de comandă *3u4*. Bucla de reglaj urmăreşte stabilizarea funcţionării hidrociclonului, îmbunătăţirea clasării.

4. Moara cu bile din treapta a II-a este prevăzută cu un sistem automat de alimentare a bilelor. În acest sens bilele sînt depozitate într-un siloz, de unde sînt extrase pe rînd cu ajutorul unui alimentator cu disc (AMR) şi introduse într-un jgheab IB. Capătul inferior şi superior al jgheabului se prevede cu cîte un microîntrerupător (C_m, C_M) care comandă pornirea-oprirea alimentatorului prin blocul BC, în vederea umplerii jgheabului cu bile. Extragerea bilelor din jgheab şi introducerea lor în moară se face cu ajutorul unui element de execuţie EM, acţionat de un electromagnet comandat de un releu de timp RTp. Dozarea bilelor se face după consumul specific stabilit.

5. Puterea motorului morii cu bile şi al motorului clasorului, prin traductoarele de putere *4u1*, *4u2* sînt înregistrate de instrumentul *4u3*, în vederea urmăririi domeniului lor de funcţionare, fără să se facă vreun reglaj pe bază de aceste mărimi.

Această instalaţie de automatizare se va realiza de asemenea în cursul anului 1975. Rezultatele obţinute în urma experimentării industriale a acestor două instalaţii de automatizare a măcinării vor permite în continuare extinderea schemelor tipizate şi la celelalte

uzine de preparare, în cursul cincinalului următor.

2. Folosirea sistemelor și mijloacelor tehnice de automatizare a flotării

Automatizarea proceselor de flotare-îngroșare-filtrare a preocupat mai puțin atenția institutului nostru, din cauza faptului că însăși utilajele respective au fost supuse unor preocupări de modernizări, modificări mari. Din această cauză problemele ce se ridică vor fi atacate în anii următori.

O problemă realizată și pusă în funcțiune este menținerea automată constantă a p*H*-ului în diferitele puncte ale fluxului tehnologic în uzine de preparare. S-a realizat, de asemenea, un umidometru cu neutroni pentru concentrate, în calaborare cu IFA București. În vederea asigurării dozării corespunzătoare a reactivilor de flotație, s-a proiectat și realizat o pompă dozatoare de reactivi, pentru debitele de 0—50 l/h. Această pompă, în prezent fiind produs de serie la UUMR Baia Mare, permite reglarea manuală a debitului de reactivi în domeniul menționat.

Problemele care vor fi atacate în continuare, la nivel de cercetare, sînt următoarele:

— realizarea unor traductoare de măsură în flux continuu pentru urmărirea concentrației elementelor utile din tulbureală;

— echiparea pompelor dozatoare de reactivi cu servomecanisme, care permit reglarea debitelor de la distanță;

— realizarea unor bucle de reglaj locale la celulele de flotare, în vederea menținerii constante și reglării nivelului de tulbureală;

— reglarea procesului de îngroșare în vederea asigurării unei densități corespunzătoare la filtrare.

3. Tendința în viitor, aspecte generale

În afara reglării automate a parametrilor procesului tehnologic, schemele de automatizare cuprind și problemele de pornire-oprire, interblocarea și semnalizarea funcționării utilajelor tehnologice. Aceste scheme se întocmesc întotdeauna după specificul instalației respective, după normativele în vigoare. Din punctul de vedere al amplasării echipamentului, ca regulă generală prevedem concentrarea la un dispecer a tuturor operațiilor de comandă, precum și aparatelor care indică și reglează starea procesului tehnologic.

În afara preocupărilor de cercetare descrise mai sus, institutul a elaborat și un proiect tip de automatizare, în fază de PT, pentru cîteva variante de scheme de flux tehnologic ale uzinelor de preparare în funcțiune. Principiile acestui proiect tehnic urmează să stea la baza întocmirii de PE de automatizare pentru instalațiile existente sau în curs de proiectare. Este în curs de realizare și un chestionar cu datele necesare proiectării.

În perspectivă, pentru uzinele mari de preparare a minereurilor neferoase se prevede introducerea calculatoarelor electronice de proces. Acest echipament complex se produce la noi în țară, începînd cu anul 1975, prima uzină de preparare care urmează să fie dotată cu aceasta îl va primi în anul 1980. Pînă atunci, uzina respectivă trece prin faza de automatizare completă, calculatorului revenindu-i rolul de optimizare a procesului tehnologic. În acest sens institutul nostru se ocupă cu problemele modelelor matematice ale proceselor, optimizarea lor, transpunerea acestora pe calculator [4].

De asemenea, necesitatea existenței unor bucle de reglaj într-o uzină de preparare, în număr mare, simple și sigure în funcționare, impune introducerea obligatorie a sursei de energie pneumatică instrumentală, soluțiile și aparatele pneumatice fiind mai simple, de gabarit mic și preț scăzut. Dezavantajul constă în faptul că, în prezent, compresoarele de aer instrumental și rotametrele se pot procura doar din import, ceea ce împiedică achiziționarea lor operativă.

În concluzie putem afirma că automatizarea complexă și optimizarea funcționării uzinelor de preparare sînt probleme de perspectivă, apropiată perfect realizabile în anii următori, impunîndu-se chiar ca o necesitate în vederea creșterii productivității muncii și ridicării calității produselor miniere.

Bibliografie

[1] *** *Automatizarea unui circuit de măcinare autogenă la Flotația centrală Baia Mare.* Studiu ICPMMN 1970—71.

[2] *** *Instalații tipizate de automatizare pe faze tehnologice în uzine de preparare.* Proiect tip fază PT, ICPMMN 1972.

[3] Heidinger, A. și Ludmann T. *Măcinarea autogenă.* MMPG — ODPT, București, 1972.

[4] Rhoe, Ț. și Șulea, S. *Bazele automatizării utilajelor din uzinele de preparare.* Mecanizări-automatizări, nr. 4, 1970.

[5] Ludmann, T. *Măsurarea puterii absorbite de motoarele morilor.* Buletin ICPMMN nr. 1 1971.

[6] *** Cataloage de aparatură IEA, UUPT, ICEMENERG.

[7] Heidinger, A., Ludmann, T. și Varga, K. I. *Experimentarea automatizării unui circuit de măcinare autogenă.* Conferința ICAMC—VI, Varna, nov. 1973.

[8] *** *Automatizarea măcinării la Rodna, Valea-Blaznei.* Proiect ICPMMN 1972.

Conf. dr. ing. **A. Magyari**
Institutul de Mine Petroşani

Utilizarea metodei Box-Wilson în scopul optimizării procesului de măcinare a minereurilor *

Una din fazele de bază ale procesului de preparare a minereurilor care determină productivitatea unei uzine de preparare, gradul de extracţie a substanţei minerale utile şi influenţează, în mare măsură, preţul de cost al preparării, este măcinarea. Măcinerea însă nu este un proces întîlnit numai în industria preparării minereurilor. Ea se utilizează pe scară largă în industria materialelor de construcţii, în industria ceramică, chimică şi se efectuează în majoritatea cazurilor prin intermediul morilor cu bile.

Datorită influenţei mari a fineţii de măcinare asupra performanţelor proceselor de preparare, se acordă o atenţie deosebită funcţionarii morilor în condiţii care asigură o fineţe înaintată de măcinare. Acest regim este caracterizat prin anumite valori (optime) ale parametrilor de funcţionare.

Din cauza cunoaşterii într-o măsură insuficientă a legităţilor procesului de măcinare, descrierea matematică a acestuia prin relaţii analitice nu este concludentă. Din acest motiv în prezent se preconizează utilizarea procedeelor statistice ce se bazează pe prelucrarea rezultatelor încercărilor experimentale.

Importanţa mereu crescîndă a aspectelor economice obligă experimentatorul la o planificare foarte raţională a experimentelor. Cu un volum minim de lucrări experimentale trebuie obţinută o cantitate maximă de informaţii utilizabile.

În cazul proceselor influenţate de mai mulţi factori, cum este procesul de măcinare, în principiu trebuie rezolvate două probleme:

a) determinarea acelor valori ale parametrilor de lucru pentru care mărimea de performanţă atinge un maxim sau un minim (problema optimizării);

b) determinarea caracterullui şi a gradului de influenţă al fiecărui parametru asupra mărimii de performanţă.

În majoritatea cazurilor ambele probleme trebuie rezolvate simultan.

Optimizarea poate fi statică sau dinamică. Prin optimizarea statică se determină combinaţia optimă şi valorile optime ale parametrilor de lucru, pentru care funcţia de performanţă capătă o extremă. În acest caz funcţia de performanţă poate să depindă numai de aceşti factori. Dacă asupra funcţiei de performanţă acţionează şi alţi factori — neluaţi în considerare, cum ar fi cazul măcinării variaţia caracteristicilor fizico-mecanice ale materialului — atunci trebuie utilizată optimizarea dinamică. O posibilitate de realizare a optimizării dinamice este repetarea periodică a optimizării statice.

În multe cazuri de optimizare se modifică pe rînd cîte un parametru, în timp ce toţi ceilalţi sînt menţinuţi la un nivel constant, determinînd succesiv optimele parţiale pentru fiecare parametru. Această metodă (metoda Seidel-Gauss) pe lîngă faptul că necesită un volum mare de lucrări experimentale, nu asigură întotdeauna obţinerea optimului global.

Metodele programării experimentelor factoriale permit variaţia simultană a tuturor parametrilor de influenţă. Astfel scade volumul necesar de încercări experimentale, iar domeniul optim al procesului este atins mai rapid.

Una din aceste metode, care se pretează la optimizarea procesului de măcinare, este metoda Box-Wilson care deja în industria chimică s-a utilizat cu succes [2].

I. Descrierea metodei Box-Wilson

Metoda Box-Wilson are la bază metoda gradientului de căutare a optimului. Înainte de aplicarea acestei metode este necesară separarea tuturor parametrilor care influenţează procesul.

Ca punct iniţial în jurul căruia se efectuează primele încercări experimentale se recomandă-a se alege punctul ce reprezintă optimul cunoscut pînă la momentul respectiv. În cursul efectuării acestor încercări fiecare variabilă trebuie modificată cel puţin odată. Pasul de variaţie în sens pozitiv sau negativ al parametrilor de influenţă faţă de punctul central, trebuie în aşa fel ales, încît să rezulte o schimbare sesizabilă a funcţiei de performanţă. În acelaşi timp, pasul de variaţie nu poate fi prea mare pentru a nu risca eventuala ieşire din domeniul optim şi pentru a putea obţine optimul căutat cu o precizie suficientă.

Forma adimensională a parametrilor de influenţă pentru întocmirea matricei de planificare a experimentelor este:

$$x_i = \frac{X_i - X_i^0}{\Delta X_i} = -1;\ 0;\ +1 \qquad (1)$$

*) Cercetări efectuate de autor în cursul anului 1974 la Universitatea Tehnică din Clausthal (R. F. Germania) cu sprijinul material al Fundaţiei Alexander von Humboldt.

unde :

X_i^0 reprezintă parametrii de influenţă, în unităţi fizice ;

X_i — nivelurile de bază ale parametrilor de influenţă;

ΔX_i — paşii de variaţie ai parametrilor de influenţă.

Instrumentul matematic utilizat de metoda Box-Wilson este analiza de regresie. De la început se impune o anumită formă pentru polinomul de regresie ce aproximează funcţia de performanţă. După determinarea coeficienţilor de regresie şi verificarea semnificaţiei acestora, se examinează dacă polinomul de regresie este adecvat sau nu, pentru descrierea funcţiei de performanţă. Cu alte cuvinte, se examinează măsura în care valorile funcţiei de performanţă, determinate cu ajutorul polinomului de regresie coincid cu valorile obţinute experimental pentru aceleaşi condiţii. În cazul în care diferenţele ce apar depăşesc valorile permise, se recurge la modificarea formei sau a gradului polinomului de regresie iniţial adoptat.

De obicei, în prima instanţă se utilizează un polinom de regresie de gradul întîi. În această situaţie este necesar să se utilizeze o astfel de matrice de planificare a experimentelor, care să permită în orice moment, în cazul nepotrivirii polinomului de regresie liniar, ca prin experimente suplimentare să se treacă la o matrice de planificare de ordinul doi. Astfel matricea de ordinul întîi va figura ca un bloc în cadrul matricei de ordinul doi.

Pentru determinarea polinomului de regresie cu o suficientă precizie este necesară existenţa mai multor experimente decît numărul coeficienţilor de regresie ce urmează a fi calculaţi:

$$n_e > n_c \tag{2}$$

unde :

n_e este numărul experimentelor ;

n_c — numărul coeficienţilor de regresie.

Diferenţa dintre aceste două mărimi este gradul de libertate. Un polinom de regresie de gradul d, cu n variabile independente are :

$$n_c = \binom{n+d}{d} \tag{3}$$

coeficienţi.

Dacă numărul de variabile creşte, numărul necesar de experimente devine foarte mare. Pentru m niveluri de variaţie ale fiecăruia din cei n factori, numărul necesar de încercări pentru un experiment factorial complet este :

$$N = m^n. \tag{4}$$

În acest caz, pentru reducerea numărului de experimente, se utilizează aşa-numita replică fracţionară („fractional factorial design") extrasă din matricea experimentului factorial total.

O astfel de replică fracţionară se poate obţine dintr-o matrice completă, luînd în considerare numai punctele la care este îndeplinită condiţia :

$$\prod_{k=1}^{n} x_{ik} = +1 \text{ sau } -1. \tag{5}$$

La studiul proceselor multifactoriale se folosesc diferite replici fracţionare caracterizate prin 1/2, 1/4, 1/8 faţă de experimentul factorial complet.

Pentru identificarea şi localizarea optimului în domeniul neliniar, se recomandă utilizarea aşa-numitelor matrice centrale de planificare („central composite design") a experimentelor. O astfel de matrice de planificare constă din :

a) o matrice de planificare 2^n $(m = 2)$;

b) $2n$ puncte axiale ;

c) mai multe puncte centrale.

Dacă punctele axiale se află la distanţa $\alpha = \pm \sqrt[4]{2^n}$ faţă de punctul central, matricea de planificare este rotativă.

Dacă sînt indicii că ne aflăm încă departe de domeniul optim, în prima instanţă se utilzează un polinom de regresie de gradul întîi. Dacă diferenţa dintre valorile calculate $\bar{Y}_i$ ale funcţiei de regresie şi valorile măsurate în aceleaşi condiţii Y_i se poate explica prin dispersia valorilor, polinomul de regresie este adecvat. Din polinomul de gradul întîi se poate determina cea mai mare pantă a suprafeţei de răspuns. În direcţia celei mai mari pante trebuie amplasat noul punct de origine. Acesta se află acolo unde diferenţa dintre $\bar{Y}_i$ şi Y_i depăşeşte eroarea de măsură. Domeniul din jurul noului punct de origine se va cerceta ca şi în cazul punctului iniţial. Această metodă va fi repetată pînă ce polinomul de gradul întîi devine inadecvat. În continuare este necesară utilizarea unui polinom de grad mai înalt. Acest lucru se impune dacă suprafaţa de răspuns devine curbă, cum se întîmplă de obicei în apropierea optimului.

Dacă polinomul de gradul întîi se dovedeşte a nu fi adecvat deja la prima încercare, se impune utilizarea polinoamelor neliniare de diferite forme, pînă se ajunge la forma adecvată.

Polinomul de regresie de ordinul întîi are forma :

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + , \ldots , + b_n x_n. \tag{6}$$

Polinomul are $n + 1$ coeficienţi ce urmează a fi determinaţi pe baza rezultatelor experi-

mentelor. Dacă se efectuează $N = n + 1 = L$ experimente, numărul necunoscutelor devine egal cu numărul de ecuații și sistemul poate fi rezolvat.

$$\begin{aligned}
\bar{Y}_1 &= b_0 + b_1 x_{11} + b_2 x_{12} +, \ldots, + b_n x_{1n} \\
\bar{Y}_2 &= b_0 + b_1 x_{21} + b_2 x_{22} +, \ldots, + b_n x_{2n} \\
&\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\
\bar{Y}_L &= b_0 + b_1 x_{L1} + b_2 x_{L2} + , \ \ldots, + b_n X_{Ln}
\end{aligned} \tag{7}$$

Sub forma matricială:

$$\begin{bmatrix} \bar{Y}_1 \\ \bar{Y}_2 \\ \cdot \\ \bar{Y}_L \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} \ldots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} \ldots & x_{2n} \\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot\ \cdot \\ x_{L1} & x_{L2} \ldots & x_{Ln} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ \cdot \\ b_L \end{bmatrix} \tag{8}$$

sau prescurtat

$$[\bar{Y}] = [x][b]. \tag{9}$$

În cazul cînd $N = L$, orice funcție de regresie poate trece prin punctele de măsură. În aceste puncte $\bar{Y}$ și Y se vor suprapune. Din această cauză se alege totdeauna $N > L$. Funcția de performanță aproximată trebuie determinată în așa fel, încît abaterea medie pătratică să fie minimă:

$$\sum_{i=1}^{N} (\bar{Y}_i - Y_i)^2 = \text{minim!} \tag{10}$$

Derivatele acestei funcții deci, trebuie să se anuleze:

$$\frac{\mathrm{d}}{db_k}\left[\sum_{i=1}^{N} (\bar{Y}_i - Y_i)^2\right] = 0 \quad \text{pentru} \quad k = 0;\ 1;\ 2;\ \ldots;\ n. \tag{11}$$

De aici rezultă $n + 1$ ecuații, care sub formă matricială apar:

$$[\bar{x}]\,[[\bar{Y}] - [Y]] = 0. \tag{12}$$

Dacă se înlocuiește ecuația (9) în ecuația (12), rezultă:

$$[\bar{x}]\,[[x]\cdot[b] - [Y]] = 0. \tag{13}$$

Rezolvînd această ecuație în raport cu b, avem;

$$[b] = [[\bar{x}]\,[x]]^{-1}\,[\bar{x}]\,[Y]. \tag{14}$$

Coeficienții de regresie astfel determinați se vor înlocui în polinomul de regresie și se va examina dacă acesta este sau nu adecvat.

Dacă modelul liniar este adecvat, cu ajutorul acestuia se poate obține direcția celei mai mari pante a suprafeței de răspuns, caracterizată prin gradient:

$$\text{grad}\ \bar{Y} = \frac{\partial \bar{Y}}{\partial x_1}\,\mathrm{i} + \frac{\partial \bar{Y}}{\partial x_2}\,j + \ldots \tag{15}$$

unde i, j sînt vectorii unitari pe direcția variabilelor x_i.

În direcția liniei de cea mai mare pantă se vor efectua, în continuare, mai multe experimente. Această schemă de calcul se va continua pînă se va constata necorespondența modelului liniar. Acest lucru se va întîmpla în apropierea optimului. În continuare este necesară utilizarea unui polinom de gradul doi sau de grad mai înalt, ca de exemplu:

$$\bar{Y} = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \ldots + b_{11} x_1^2 + + b_{22} x_2^2 + \ldots + b_{nn} x_n^2. \tag{16}$$

Pentru determinarea coeficienților de regresie se utilizează aceeași schemă de calcul ca și în cazul modelului liniar, doar matricele vor avea altă înfățișare.

II. Stabilirea funcției de performanță la un agregat de măcinare

Cercetările de pînă acum [4] permit stabilirea celor mai importanți factori de influență privind modul de desfășurare a procesului de măcinare fină în mori cu bile.

Astfel, parametrii care prezintă influență asupra eficacității procesului de măcinare sînt:

- X_1 — debitul de alimentare cu material;
- X_2 — raportul solid-lichid la alimentare;
- X_3 — gradul de umplere a morii cu bile și material;
- X_1 — viteza de rotație a morii;
- X_5 — diametrul bilelor;
- — proprietățile fizico-mecanice ale materialului;
- — natura căptușelii morii;
- — dimensiunile geometrice ale morii.

Ca mărime de performanță a procesului s-a considerat finețea de măcinare, exprimată prin diametrul mediu al produsului măcinat d_m:

$$d_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i d_i}{\sum_{i=1}^{n} p_i} = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^{n} p_i d_i \tag{17}$$

unde:

p_i este refuzul procentual pe ciururi, %;
d_i — diametrul mediu al claselor granulometrice;

$$d_i = \frac{1}{2}(d_{ii} + d_{is}) \qquad (18)$$

d_{ii} — diametrul inferior al claselor granulometrice;
d_{is} — diametrul superior al claselor granulometrice.

Dacă se neglijează perturbaţiile necontrolabile şi variaţiile perturbaţiilor controlabile, funcţia de performanţă poate fi determinată sub următoarea formă:

$$Y_1 = f_1(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) = \text{minim!} \qquad (19)$$

Diametrul mediu al produsului măcinat nu descrie însă, într-o măsură suficientă, colectivul de grăunţi, nedînd nici o informaţie asupra lăţimii distribuţiei. Astfel, de exemplu, probele 1; 2; 4; 5 şi 2,7; 3,0; 3,1; 3,2 au aceeaşi valoare medie, totuşi diferă substanţial între ele. Valorile primului grup de probe se află mult mai distanţate de valoarea medie decît la cel de al doilea grup.

Pentru a ţine seama deci şi de lăţimea distribuţiei colectivului de grăunţi, este necesar să se determine şi abaterea medie pătratică a diametrelor, faţă de valoarea medie a acestora:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(d_i - d_m)^2. \qquad (20)$$

Din această cauză este necesară introducerea unei a doua funcţii de performanţă;

$$Y_2 = \sqrt{\sigma^2}$$

$$Y_2 = f_2(X_1, X_2, X_3, X_1, X_5) = \text{minim!} \qquad (21)$$

În scopul asigurării condiţiilor optime pentru desfăşurarea procesului de măcinare, se impune îndeplinirea simultană a condiţiilor (19) şi (21).

Astfel, moara cu bile, în cazul măcinării în circuit deschis, poate fi reprezentată prin următoarea schemă bloc (fig. 1).

III. Rezultatele cercetărilor efectuate

Cercetările întreprinse au avut ca scop determinarea valorilor optime ale parametrilor de funcţionare în cazul unei mori cu bile, funcţionînd în ciclu deschis. Pentru a stabili variaţia valorilor optime ale parametrilor de funcţionare în funcţie de indicele de măcinabilitate al materialului, încercările s-au efectuat cu materiale, avînd indici diferiţi. Drept criteriu de măcinabilitate s-a considerat indicele lui Bond. Astfel, materialele utilizate au fost: gresie cenuşie (W = 13,75 kWh/t), calcar (W = = 9,70 kWh/t), hematită (W = 8,95 kWh/t). Încercările au fost efectuate în cadrul Univer-

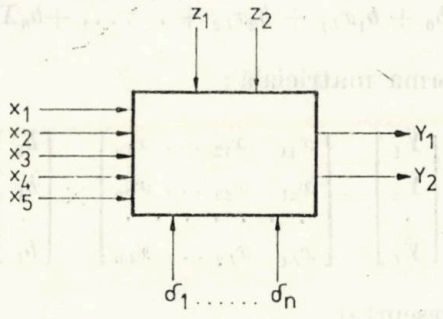


Fig. 1. Schema bloc a unei mori cu bile:
$X_1, \ldots, X_5$ — parametri de influenţă;
Y_1, Y_2 — mărimi de performanţă;
z_1, z_2 — perturbaţii controlabile;
$\delta_1, \ldots \delta_n$ — perturbaţii necontrolabile.

sităţii Tehnice din Clausthal (R. F. Germania) pe o instalaţie experimentală, prelucrarea datelor făcîndu-se la centrul de calcul al aceleiaşi universităţi.

1. *Utilizarea unui polinom de regresie de ordinul întîi*

Ţinînd seama de natura parametrilor de funcţionare, de modul de desfăşurare a procesului de măcinare, între factorii de influenţă pot apărea următoarele influenţe reciproce:

$$X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow X_3 \leftarrow X_4 \quad X_5$$

Ca urmare, atît polinomul de aproximaţie, cît şi matricea de regresie vor conţine termenii:

$$x_1x_2,\ x_1x_3,\ x_2x_3,\ x_1x_2x_3,\ x_3x_4.$$

Mărimile x_i s-au determinat cu relaţia (1) după ce în prealabil s-au stabilit paşii de variaţie ΔX_i ai parametrilor.

Astfel polinomul de regresie de gradul întîi, corespunzător condiţiilor de faţă, are forma:

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3. \qquad (22)$$

Matricea de planificare pentru un experiment factorial complet, în cazul variaţiei pe

două niveluri (−1, +1) a parametrilor de influenţă cuprinde

$$N = 2^n = 2^5 = 32$$

combinaţii ale valorilor parametrilor de funcţionare (tab. 2).

Conform matricei din tabelul 3 s-au efectua-48 de exprimente, cu 16 combinaţii ale parametrilor. Pentru fiecare experiment, pe baza analizei granulometrice a produsului măcinat (15 clase granulometrice cuprinse între +0,630 şi −0,002 mm), s-au determinat cele două mărimi de performanţă — diametrul mediu şi

Tabelul 1

Strucuturile necesare matricelor de planificare pentru un număr de 2—8 parametri de influenţă

n	2	3	4	5	5(1/2)	6	6(1/2)	7	7(1/2)	8	8(1/2)	8(1/4)
n_c	4	8	16	32	16	64	32	128	64	256	128	64
n_0	5	6	7	10	6	15	9	21	14	28	20	13
α	1,414	1,682	2,000	2,380	2,000	2,828	2,378	3,364	2,828	4,000	3,364	2,828

n_0 este numărul punctelor centrale (în originea planului).

Tabelul 2

Nr.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$\prod_{i=1}^{N} x_i$
1	−1	−1	−1	−1	−1	−1
2	+1	−1	−1	−1	−1	+1
3	−1	+1	−1	−1	−1	+1
4	+1	+1	−1	−1	−1	−1
5	−1	−1	+1	−1	−1	+1
6	+1	−1	+1	−1	−1	−1
7	−1	+1	+1	−1	−1	−1
8	+1	+1	+1	−1	−1	+1
9	−1	−1	−1	+1	−1	+1
10	+1	−1	−1	+1	−1	−1
11	−1	+1	−1	+1	−1	−1
12	+1	+1	−1	+1	−1	+1
13	−1	−1	+1	+1	−1	−1
14	+1	−1	+1	+1	−1	+1
15	−1	+1	+1	+1	−1	+1
16	+1	+1	+1	+1	−1	−1
17	−1	−1	−1	−1	+1	+1
18	+1	−1	−1	−1	+1	−1
19	−1	+1	−1	−1	+1	−1
20	+1	+1	−1	−1	+1	+1
21	−1	−1	+1	−1	+1	−1
22	+1	−1	+1	−1	+1	+1
23	−1	+1	+1	−1	+1	+1
24	+1	+1	+1	−1	+1	−1
25	−1	−1	−1	+1	+1	−1
26	+1	−1	−1	+1	+1	+1
27	−1	+1	−1	+1	+1	+1
28	+1	+1	−1	+1	+1	−1
29	−1	−1	+1	+1	+1	+1
30	+1	−1	+1	+1	+1	−1
31	−1	+1	+1	+1	+1	−1
32	+1	+1	+1	+1	+1	+1

Deoarece numărul necesar de experimente în acest caz ar fi relativ mare şi deoarece s-au efectuat şi experimente paralele (cîte trei pentru fiecare combinaţie de variabile), pentru aproximaţia liniară s-a utilizat semireplica pozitivă $\left(\prod_{i=k}^{N} x_{ik} = +1\right)$ a matricei complete (tab. 3).

Tabelul 3

Nr.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	$\prod_{i=1}^{N} x_i$
2	+1	−1	−1	−1	−1	+1
3	−1	+1	−1	−1	−1	+1
5	−1	−1	+1	−1	−1	+1
8	+1	+1	+1	−1	−1	−1
9	−1	−1	−1	+1	−1	+1
12	+1	+1	−1	+1	−1	+1
14	+1	−1	+1	+1	−1	+1
15	−1	+1	+1	+1	−1	+1
17	−1	−1	−1	−1	+1	+1
20	+1	+1	−1	−1	+1	+1
22	+1	−1	+1	−1	+1	+1
23	−1	+1	+1	−1	+1	+1
26	+1	−1	−1	+1	+1	+1
27	−1	+1	−1	+1	+1	+1
29	−1	−1	+1	+1	+1	+1
32	+1	+1	+1	+1	+1	+1

abaterea medie pătratică a acestuia. În urma determinării coeficienţilor de regresie ai polinomului (22) şi a verificării coincidenţei rezultatelor calculate cu cele reale, determinate experimental, a rezultat un grad de determinare statistic de 0,5071 ceea ce denotă că pentru aproximarea funcţiilor (19) şi (21) polinomul de regresie de gradul întîi nu este adecvat.

2. *Utilizarea polinoamelor de regresie de grad superior*

Conform literaturii [3], în vederea stabilirii matricei de planificare a experimentelor pentru funcţii de regresie neliniare, matricea din tabelul 3 a fost completată cu mai multe puncte axiale şi centrale, corespunzător tabelului 1 (tab. 4).

S-au efectuat 288 experimente, cîte 96 pentru fiecare material, cu 32 combinaţii ale parametrilor, conform matricei din tabelul 4.

Tabelul 4

Nr.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
1	+1	−1	−1	−1	−1
2	−1	+1	−1	−1	−1
3	−1	−1	+1	−1	−1
4	+1	+1	+1	−1	−1
5	−1	−1	−1	+1	−1
6	+1	+1	−1	+1	−1
7	+1	−1	+1	+1	−1
8	−1	+1	+1	+1	−1
9	−1	−1	−1	−1	+1
10	+1	+1	−1	−1	+1
11	+1	−1	+1	−1	+1
12	−1	+1	+1	−1	+1
13	+1	−1	−1	+1	+1
14	−1	+1	−1	+1	+1
15	−1	−1	+1	+1	+1
16	+1	+1	+1	+1	+1
17	−2	0	0	0	0
18	+2	0	0	0	0
19	0	−2	0	0	0
20	0	+2	0	0	0
21	0	0	−2	0	0
22	0	0	+2	0	0
23	0	0	0	−2	0
24	0	0	0	+2	0
25	0	0	0	0	−2
26	0	0	0	0	+2
27	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0

Pentru a asigura independența experimentelor unul față de celălalt, în prealabil s-a determinat intervalul de timp minim necesar între două experimente consecutive [1], luarea probelor efectuîndu-se numai după terminarea procesului tranzitoriu. S-au încercat mai multe tipuri de funcții de regresie care cuprind termeni liniari, pătratici, cubici și logaritmici, găsindu-se pentru fiecare din cei doi parametri de performanță (Y_1 și Y_2) precum și pentru fiecare material alte forme adecvate ale polinoamelor de regresie, selecționate pe baza gradului de determinare statistic care a oscilat între 0,7668 și 0,9348.

În tabelul 5 sînt prezentate structurile polinoamelor de regresie adecvate, precum și coeficienții de regresie corespunzători.

Valorile optime ale parametrilor de funcționare s-au determinat prin anularea derivatelor parțiale ale polinoamelor de regresie în raport cu fiecare dintre parametri. În tabelul 6 sînt prezentate valorile optime ale parametrilor obținute pe instalația experimentală.

Din tabelul 6 se poate observa că valorile optime ale parametrilor, determinate după criteriul diametrului minim al grăunților produsului măcinat, cu mici excepții, nu se suprapun cu valorile obținute după criteriul abaterii medii pătratice minime. Deoarece la aceeași instalație nu se pot realiza simultan două rînduri de parametri de funcționare, s-a recurs la o soluție de compromis, conform căreia valorile optime practice ale parametrilor de funcționare se determină ca medii aritmetice ale valorilor rezultate pentru cele două criterii de performanță (tab. 4, 7).

Pentru ca rezultatele obținute pe instalația experimentală să poată fi transpuse pe instalații industriale, a fost necesar ca toți parametrii de funcționare să fie considerați în unități relative.

Astfel, debitul de alimentare s-a exprimat ca fracțiune procentuală din debitul teoretic fictiv

$$Q_F = hLD_M^{2,5}, \text{ t/h} \qquad (23)$$

unde :

k este un coeficient empiric ($\cong 2,5$);
L_M — lungimea morii, m;
D_M — diametrul morii, m.

Deci :

$$Q = \frac{Q_M}{Q_F} 100, \% \qquad (24)$$

unde Q_M este debitul real de alimentare a morii :

În mod similar, viteza relativă de rotație a morii este :

$$\psi = \frac{n}{n_{cr}} 100, \% \qquad (25)$$

în care n este turația reală a tamburului;
n_{cr} — turația critică

$$n_{cr} = \frac{42,3}{\sqrt{D_M}}, \text{ rot/min} \cdot \qquad (26)$$

Pentru a ține seama simultan de diametrul corpurilor de măcinat, de diametrul mediu al materialului din alimentare și de diametrul morii, s-a considerat raportul :

$$\xi = \frac{d_b}{d_m D_M} \qquad (27)$$

în care

d_b este diametrul mediu al încărcăturii de bile;
d_m — diametrul mediu al materialului din alimentare.

În cadrul experimentelor efectuate s-a modificat numai diametrul bilelor, parametrii d_m și D_m fiind constanți.

Tabelul 5

Param.	W = 8,95 [kWh/t]		W = 9,70 [kWh/t]		W = 13,75 [kWh/t]	
	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2	Y_1	Y_2
x_0	297,3687	−771,4464	1069,9120	−657,8614	75,2463	96,7075
x_1	0,7707	4,6380	− 1,5371	− 6,1332	6,9754	− 10,9822
x_2	—	7,8228	− 15,9389	− 24,4148	—	− 3,6886
x_3	− 16,3618	− 3,0636	—	− 9,6897	6,4354	14,2039
x_4	− 3,1258	− 0,2851	− 6,8514	3,8691	8,1374	4,0794
x_5	− 1,3086	−127,1139	22,5494	27,0466	—	—
x_1x_2	—	—	—	—	− 1,8619	6,1450
x_1x_3	—	—	—	—	2,2242	—
x_2x_3	—	—	—	—	− 4,2435	− 2,6028
$x_1x_2x_3$	—	—	—	—	14,4726	19,8970
x_3x_4	—	—	—	—	− 13,5811	− 14,1122
x_1^2	− 0,0047	− 0,0198	0,0021	0,0084	—	4,8218
x_2^2	− 0,0300	− 0,2896	0,1675	0,2661	4,3047	9,8782
x_3^2	0,4932	0,3440	0,0281	0,1578	—	1,9553
x_4^2	0,0462	0,0419	− 0,0241	—	3,4478	5,6105
x_5^2	0,0401	2,4690	− 0,1608	− 0,1858	23,0579	11,3314
x_1^3	0,0000102	0,0000320	—	—	—	—
x_2^2	0,0005671	0,0032184	—	—	—	—
x_3^2	− 0,0046831	− 0,0045054	—	—	—	—
x_4^2	− 0,0002249	− 0,0001943	—	—	—	—
x_5^2	—	− 0,0190082	—	—	—	—
ln x_1	—	−104,7000	130,3171	570,8808	—	—
ln x_2	—	—	162,2232	239,6244	—	—
ln x_3	—	−212,0117	− 44,0090	—	—	—
ln x_4	—	—	−218,2486	−226,9492	—	—
ln x_5	—	953,3315	−317,5054	−432,8729	—	—

Tabelul 6

Indicele de măcinabilitate [kWh/t]	Param. de performanță	Valorile optime ale parametrilor de funcționare				
		$Q_{opt.}$ %	ρ_{opt} %	$\varphi_{opt.}$ %	$\psi_{opt.}$ %	$\xi_{opt.}$ 10^3
8,95	Y_1	23,80	35,27	26,98	79,80	15,50
	Y_2	29,30	39,49	24,30	92,50	25,70
9,70	Y_1	24,70	32,82	27,98	62,70	18,60
	Y_2	27,90	30,50	31,80	76,30	23,50
13,75	Y_1	28,40	26,30	32,80	60,30	28,60
	Y_2	21,70	36,10	32,80	78,10	28,60

Tabelul 7

Indicele de măcinabilitate kWh/t,	Valorile optime ale parametrilor de funcționare				
	$Q_{opt.}$ %	$\rho_{opt.}$ %	$\varphi_{opt.}$ %	$\psi_{opt.}$ %	$\xi_{opt.}$ 10^3
8,95	26,55	37,38	25,64	86,15	20,60
9,70	26,30	31,63	29,89	69,50	21,15
13,75	25,05	31,20	32,80	69,20	28,60

Raportul solid : lichid (ρ) la alimentarea morii s-a considerat în procente volumetrice. Gradul de umplere a morii cu corpuri de măcinat (φ)

de asemenea s-a considerat în procente din volumul interior al morii.

Variaţia valorilor optime ale acestor parametri, determinată în funcţie de indicele de măcinabilitate a materialului (indicele lui Bond) este reprezentată în figura 2.

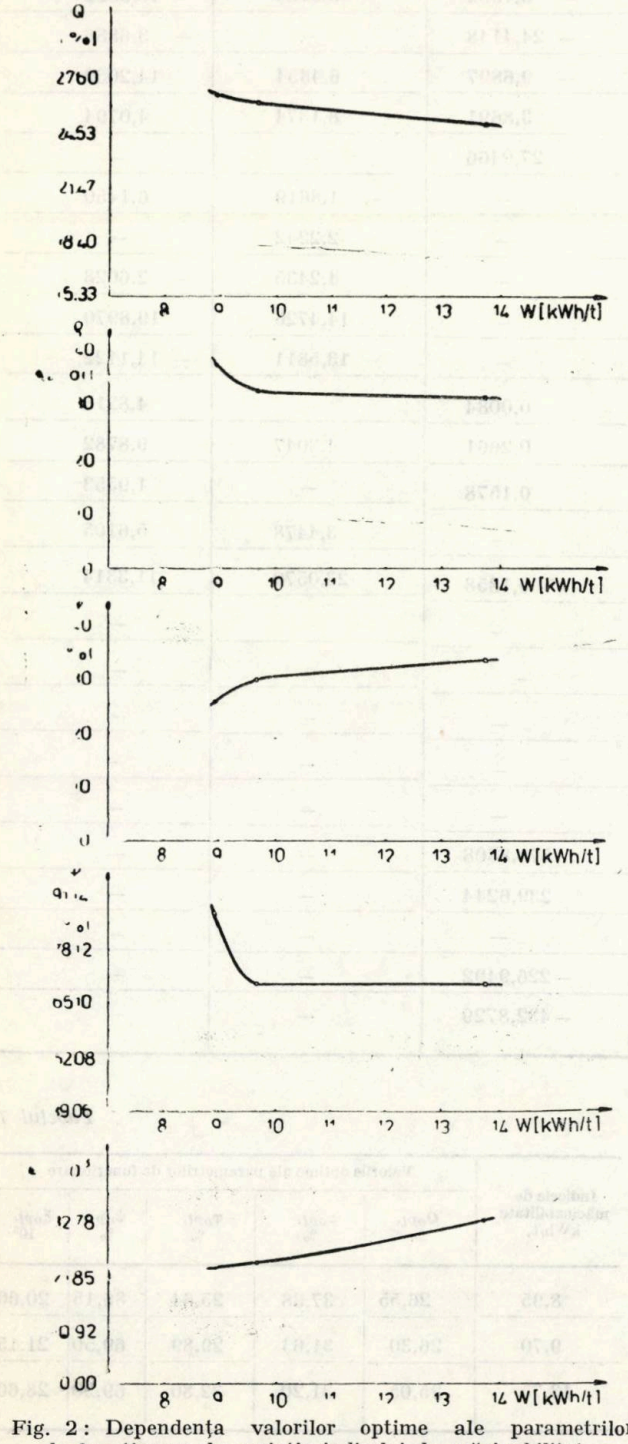


Fig. 2: Dependenţa valorilor optime ale parametrilor de funcţionare de variaţia indicelui de măcinabilitate.

Rezultatele cercetărilor efectuate pe instalaţia experimentală au fost verificate pe o instalaţie industrială, alimentată cu minereu complex ($W = 11{,}9$ kWh/t), moara avînd dimensiunile: $D_M = 1{,}65$ m; $L = 2{,}84$ m, la care, utilizînd valorile optime pentru parametrii de funcţionare, potrivite indicelui de măcinabilitate a minereului, s-a obţinut o scădere cu 30% a diametrului mediu al produsului măcinat şi o reducere a lăţimii distribuţiei colectivului de grăunţi cu cca 35%.

Ansamblul diagramelor din figura 2 poate fi utilizată deci ca nomogramă pentru determinarea parametrilor optimi ai instalaţiilor de măcinare, cunoscînd în prealabil indicele de măcinabilitate a materialului.

Concluzii

Din cercetările prezentate, efectuate în laborator şi pe instalaţii industriale cu scopul optimizării procesului de măcinare în mori cu bile, utilizînd metoda Box-Wilson, se pot trage următoarele concluzii.

a. Optimizarea procesului de măcinare nu este suficient a se efectua numai în raport cu un singur criteriu, ca de exemplu criteriul fineţii produsului măcinat, ci este necesar să se asigure în acelaşi timp şi o uniformitate a granulometriei acestuia, ceea ce impune includerea în categoria mărimilor de performanţă şi a abaterii medii pătratice a diametrelor grăunţilor faţă de valoarea medie.

b. Pentru o optimizare dinamică a procesului de măcinare este necesară cunoaşterea variaţiei valorilor optime ale parametrilor de funcţionare, în funcţie de variaţia indicelui de măcinabilitate.

c. Metoda cea mai adecvată pentru optimizarea parametrilor de funcţionare a agregatelor de măcinare, datorită existenţei posibilităţilor variate de a modifica forma funcţiei de regresie, necesitînd un volum relativ redus de experimente — este metoda Box-Wilson:

d. Pentru descrierea dependenţei între fineţea de măcinare şi abaterea medie pătratică a acesteia ca mărimi de performanţă pe de o parte şi parametrii de funcţionare ca mărimi de influenţă pe de altă parte, funcţiile de regresie liniare nu sînt adecvate. Pentru descrierea acestei dependenţe trebuie utilizate funcţii de regresie cu grad mai înalt.

e. Pentru obţinerea în cazul măcinării în mori cu bile a unei fineţi înaintate şi a unei lăţimi reduse a distribuţiei diametrelor grăunţilor, se impune ca odată cu creşterea indicelui de măcinabilitate a materialelor să se micşoreze valorile debitului de alimentare cu material (fig. 2), ale raportului solid : lichid la alimentare (densitatea tulburelii în moară) şi ale turaţiei morii. În acelaşi timp se observă necesitatea măririi gradului de umplere a morii cu corpuri de măcinat şi a raportului dintre diametrul corpurilor de măcinat şi diametrul mediu al materialului de alimentare odată cu creşterea indicelui de măcinabilitate.

f. Diagramele din figura 2 pot fi utilizate pentru determinarea valorilor optime ale parametrilor de funcţionare a morilor cu bile ce funcţionează în circuit deschis, în cazul materialelor al căror indice de măcinabilitate variază între 8,95 şi 13,75 kWh/t. Cu excepţia diagramei pentru debitul de alimentare, diagramele din figura 2 pot fi utilizate şi în cazul agregatelor de măcinare în circuit închis. În locul debitului de material proaspăt din alimentare la aceste agregate trebuie ţinut seama de suma dintre debitul de alimentare şi debitul de recirculaţie :

g). La stabilirea valorilor optime ale parametrilor de funcţionare a morilor, în funcţie de natura materialului, se recomandă ca în prealabil să se determine indicele de măcinabilitate a materialului şi nu a se utiliza valorile tabelare, deoarece pot exista diferenţe mari între diferitele zăcăminte ale aceleiaşi substanţe minerale utile sau pot exista variaţii importante ale măcinabilităţii chiar în cadrul aceluiaşi zăcământ.

Bibliografie

[1] Magyari, A. *Untersuchungen zur nassen Durchaufmahlung.* T. U. Clausthal 1974.

[2] Messikomer, B. H. *Die Anwendung der Box-Wilsonschen Methode in der chemischen Industrie.*

[3] Agolphi, G. *Lehrbuch der chemischen Verfahrenstechnik.* Leipzig 1969.

[4] Magyari, A. *Asupra optimizării agregatelor de măcinare a minereurilor.* Teză de doctorat. Petroşani, 1970.

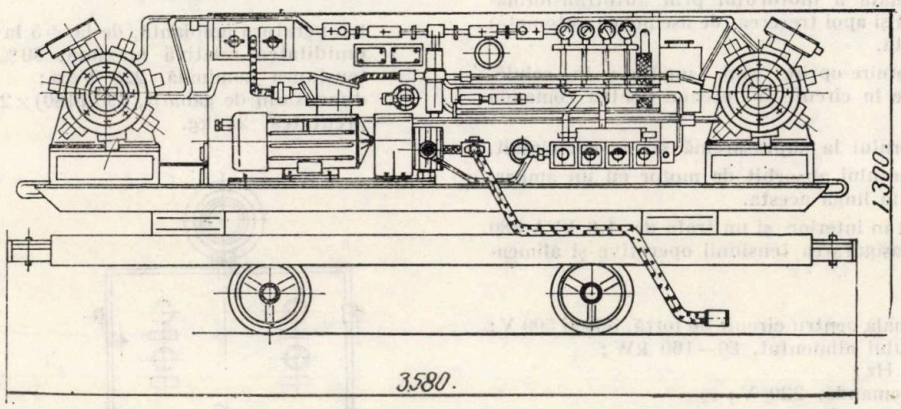
[5] Sachs, L. *Statistische Auswertungsmethoden.* Berlin — Heidelberg — New York 1972.

Noi utilaje asimilate în R.S.România pentru industria extractivă

I. Staţia de pompe C.M.A. 1/S.P.06

Staţia de pompe este destinată alimentării agregatelor sistemului hidraulic al susţinerilor mecanizate sau a altor sisteme hidraulice folosite la exploatarea cărbunilor (fig. 1) şi înlocuieşte staţiile de pompe care se procurau din import.

Caracteristicile tehnice-constructive şi funcţionale sînt următoarele :

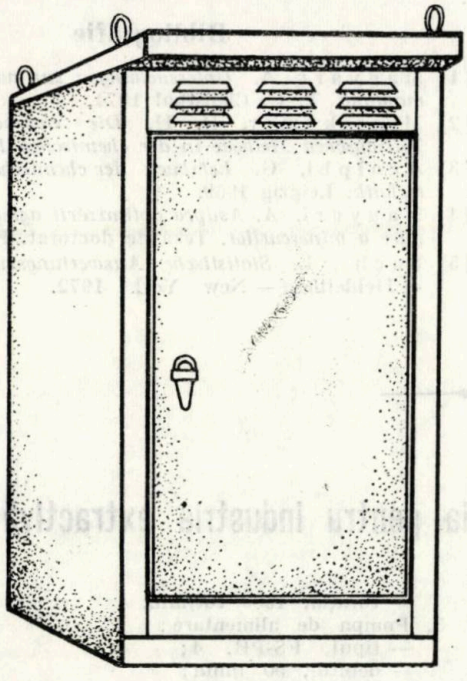


1. Pompă de înaltă presiune :
   — tipul, VNR 32/20 ;
   — numărul, 2 buc ;
   — debitul pentru o pompă, 40 l/min ;
   — presiunea de lucru, 200 kgf/cm² ;
   — limita reglării presiunii de lucru, 50—200 kgf/cm² ;
   — presiunea maximă de vîrf admisibilă, 320 kgf/cm² ;
   — durata admisibilă a presiunii maxime de vîrf, 30 s ;
   — intervalele funcţionării în regim maxim de vîrf, 2,5 min.
2. Motoarele electrice ale pompelor de înaltă presiune :
   — tipul, AEM 180 M. 488.3 ;
   — puterea, 17 kW ;
   — turaţia, 1500 rot/min.
3. Pompa de alimentare :
   — tipul, FS-PR. 4 ;
   — debitul, 50 l/min ;
   — turaţia, 1500 rot/min ;
   — presiunea, 25 kgf/cm² ;
   — greutatea, 7 kg ;
   — sensul de antrenare, dreapta—stînga.
4. Motorul electric al pompei de alimentare ;
   — tipul, AEM 132.M.32.S.3 ;
   — puterea, 5,5 kW ;
   — turaţia, 1500 rot/min ;
5. Capacitatea rezervorului, 750 l.
6. Lichidul de lucru, 1,5—2% soluţie apă cu ulei emulsionabil.

Staţia de pompe se construieşte la Intreprinderea de utilaj minier Filipeşti de Pădure.

II. Celulă cu autotransformator pentru pornirea motoarelor asinerone cu rotorul în scurteireuit tip CAPMA 0,380 (0,500)

Celula este destinată acţionării motoarelor electrice de 80—160 kW, 380 V sau 500 V, cu rotorul în scurtcircuit, utilizat la compresoarele din industria petrolieră.



Celula se montează în exterior şi are gabaritul de 1 650 × × 800 × 550 mm.

Sînt asigurate următoarele funcţiuni:

— Pornirea automată a motorului prin autotransformatorul inclus în celulă şi apoi trecerea (de asemenea automată) pe alimentare directă.

Butoanele de pornire-oprire sînt montate în celulă, putîndu-se introduce în circuit şi butoane pentru comandă de la distanţă.

— Protecţia motorului la suprasarcină şi la scurtcircuit.

— Măsurarea curentului absorbit de motor cu un ampermetru ce se va monta lîngă acesta.

Cabina are montat în interior şi un trafo de 1,6 kVA 380 (500)/220 V, pentru asigurarea tensiunii operative şi alimentarea iluminatului.

Caracteristici:

— tensiunea nominală pentru circuit de forţă, 380 şi 500 V;
— puterea motorului alimentat, 80—160 kW;
— frecvenţa, 50 Hz;
— tensiunea de comandă, 220 V;
— celula se execută în două variante:

1) cu întrerupător automat pe alimentarea finală a motorului;

2) cu contactor automat pe alimentarea finală a motorului.

Schema de comandă este prevăzută cu două relee de timp: primul pentru reglarea timpului de pornire (+s), iar al doilea reglat la o treaptă superioară de temporizare care comandă declanşarea în cazul pornirilor prelungite.

Indicaţii pentru comenzi:

La emiterea comenzii se vor indica neapărat caracteristicile motorului acţionat.

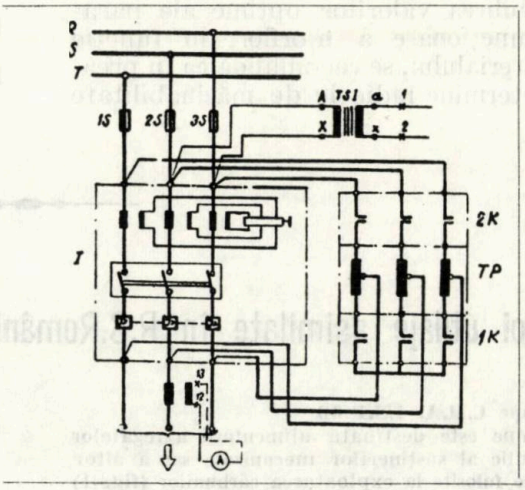
De exemplu:

— Celulă CAPMA 0,500 pentru motor asincron 160 kW —500 V, 1500 rot/min.

Celula se construieşte la Întreprinderea de reparaţii şi utilaje electrice din Cîmpina, str. Bobîlna, nr. 44.

III. Sistem de protecţie a compresoarelor tip CMR la supraîncălzirea aerului comprimat

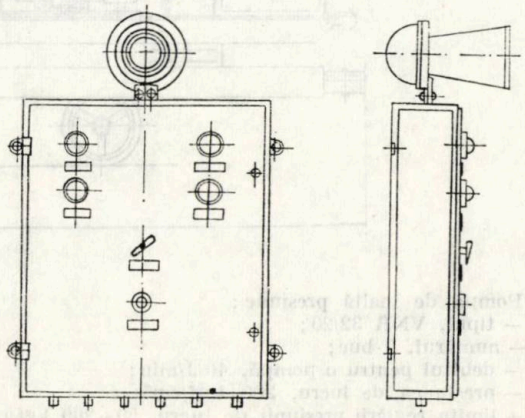
Sistemele servesc pentru semnalizarea optimă şi acustică a scăderii sub limitele stabilite pentru presiunea apei de răcire, uleiului de ungere, precum şi a creşterii temperaturii aerului comprimat peste limitele admise pentru cele



două trepte de compresiune. De asemenea se poate acţiona în circuitul de comandă al funcţionării compresorului, putînd efectua oprirea automată a acestuia.

Caracteristicile tehnice.:

— temperatura ambiantă, de la +5 la +40°C;
— umiditatea relativă maximă, 80%;
— tensiunea nominală, 220 Vc.a;
— dimensiuni de gabarit, 390 (480) × 215 × 770;
— greutatea, 21 kg.



U.U.M. Criscior execută sisteme de protecţie a compresoarelor la supraîncălzirea aerului comprimat pentru următoarele tipuri de compresoare:

CMR — 1V 15 m³;
CMR — 2V 30 m³;
CMR — 3V 45 m³.

IV. Dispozitiv de aprindere şi supraveghere a flăcării E2T

Dispozitivul este destinat pentru arzătoarele de gaze utilizate. Poate fi folosit şi la arzătoarele cu combustibil lichid la care aprinderea şi supravegherea se fac cu combustibil gazos (fig. 1 şi 2). Dispozitivul funcţionează pe baza semnalelor de prezenţă a flăcării de veghe. Sistemul funcţional este cel indicat, flacăra arzătorului principal fiind comandată şi supravegheată prin flacăra de veghe.

Caracteristicile :

— numărul parametrilor controlaţi, 2;
— sistemul de aprindere, prin scîntei;
— timpul de menţinere a scînteii, 7 s;
— tensiunea de aprindere, 6 kV;
— puterea instalată, 100 W;
— consum de gaz, 600 l/h;
— tensiunea de alimentare, 220 V;
— dimensiuni de gabarit, 600 × 450 × 200 mm.

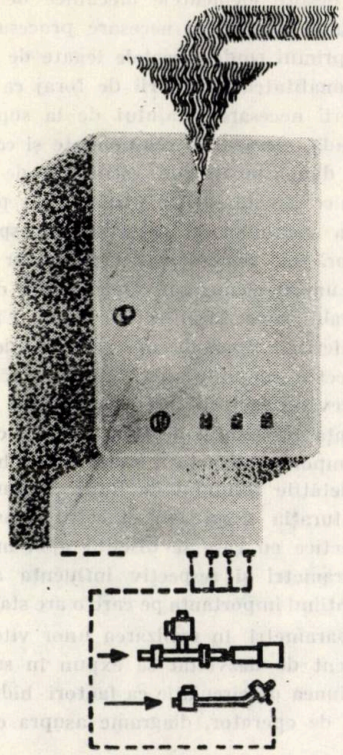


Fig. 1

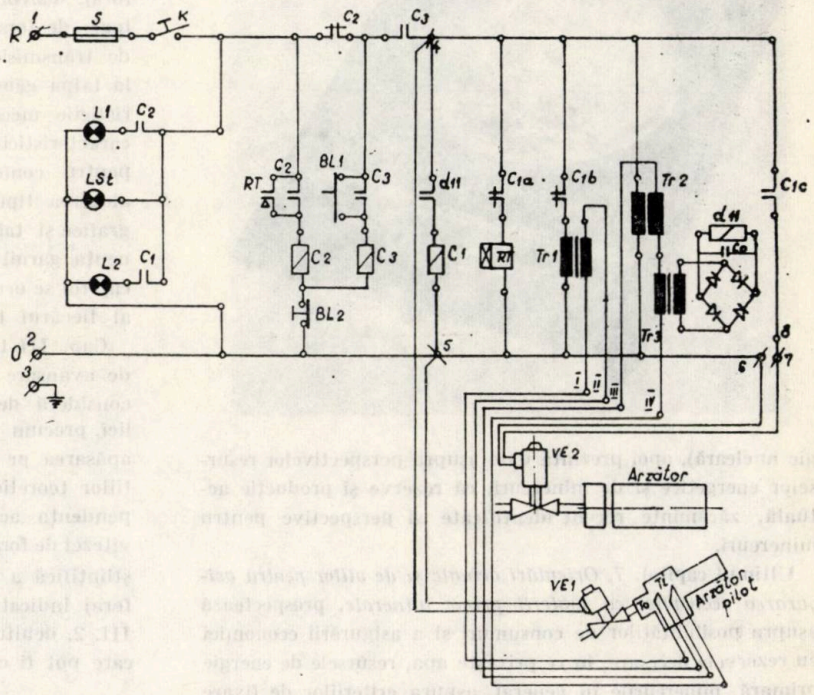


Fig. 2

Comanda este automată-reversibilă, ceea ce înseamnă că la cazul unei perturbaţii în funcţionarea arzătorului (stingerea flăcării) dispozitivul de comandă aprinde arzătorul şi imediat comandă reaprinderea. În cazul cînd arzătorul nu intră în funcţiune (lipsă de gaz), dispozitivul comandă aprinderea definitivă a arzătorului.

Indicaţii pentru comenzi.

La emiterea comenzii se va indica : dispozitivul de aprindere şi supraveghere E2T pentru arzătoare cu încărcare termică maximă 65 000 kcal/h.

Dispozitivul se construieşte la Intreprinderea de reparaţii şi utilaje electrice Cîmpina, str. Bobîlna, nr. 44.

RECENZII

Nestor Lupei. **Geologia în prezent şi în viitor.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1975, 264 pag.

Lucrarea cuprinde două părţi bine documentate şi bine sistematizate : partea întîi — Probleme ale geologiei contemporane, partea a doua — Orientări viitoare pentru dezvoltarea bazei de materii prime minerale.

Capitolul 1 al părţii întîi *Eforturi actuale şi în perspectivă pentru cunoaşterea Terrei* cuprinde date extrem de utile şi actuale asupra problemelor puse în cadrul Anului Geofizic Internaţional, cercetărilor de pe suprafaţa continentelor, programului internaţional de cercetare a oceanelor şi asupra cercetărilor din Cosmos.

Capitolul 2 se ocupă de structura globului terestru, de la nucleu, manta, scoarţă, pînă la relieful continental şi oceanic.

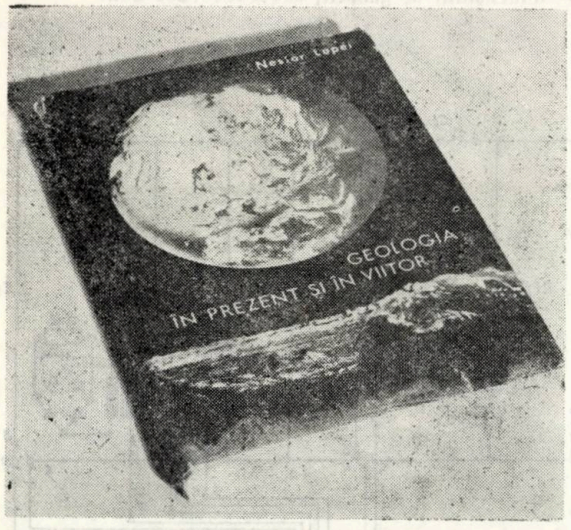
Concepţiile moderne în dinamica terestră fac obiectul capitolului 3, amplu dezvoltat în subcapitole, despre tectonică, geologie planetară, concepţii geodinamice noi şi Programul Internaţional de Corelare Geologică (PICG).

Capitolul 4 al părţii a doua *Probleme legate de formarea şi localizarea acumulărilor de substanţe minerale utile* sintetizează, pe o gamă largă, date asupra formării şi existenţei minereurilor pe uscat şi în Oceanul Planetar.

Metode şi mijloace moderne de cercetare geologică, cuprinde în cadrul capitolului 5, date asupra diferitelor tipuri şi metode

de prospectare, aparatură geologică şi geofizică modernă, documentarea lucrărilor de cercetare, matematică aplicată în geologie, modelare.

Capitolul 6 intitulat *Aspecte actuale şi de perspectivă privind resursele minerale* clasifică resursele minerale şi energetice primare, apa şi combustibilii energetici (cărbuni, petrol, gaze naturale, şisturi bituminoase, resurse de ener-



gie nucleară), apoi prezintă date asupra perspectivelor resurselor energetice şi de minereuri, ca rezerve şi producţie actuală, zăcăminte recent identificate şi perspective pentru minereuri.

Ultimul capitol, 7, *Orientări actuale şi de viitor pentru asigurarea economiei cu materii prime minerale*, prospectează asupra posibilităţilor de consumuri şi a asigurării economiei cu rezervele necesare, în ce priveşte apa, resursele de energie primară, minereurile în general, aspura criteriilor de fixare a zonelor de prognoze şi a condiţiilor create de progresul ştiinţific şi tehnic.

Lucrarea se încheie cu concluziile rezultate din consultarea unei bibliografii (107 referiri bibliografice) extinsă pe multe discipline asociate, aşa încît reprezintă, în total, o excelentă informare ştiinţifică despre progresele realizate în ultima perioadă de timp în cunoaşterea planetei pe care locuim, asupra eforturilor ce se fac în prezent pentru asigurarea industriei cu materii prime minerale, asupra resurselor pe care omenirea poate conta în perspectiva deceniilor următoare.

Problemele dezbătute în această lucrare interesează nu numai pe cei antrenaţi direct în activităţi de cercetare în acest domeniu (geologi, mineri, petrolişti, geografi, chimişti) dar şi pe alţi cititori (economişti, ecologi, profesori, studenţi ş.a.) care trebuie să fie informaţi asupra preocupărilor ştiinţelor fundamentale, asupra problemelor majore cu care omenirea este confruntată în prezent şi în viitorul apropiat.

Ing. **A. Rudeneu**

Seiceanu, S. şi *Iüstel T.* **Tehnliogia forajului rotativ.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1974, 310 pag.

În această lucrare autorii au reuşit să prezinte procesul de săpare a găurii de sondă cu toate elementele strict legate de acest proces, în 7 capitole concise.

În introducere se face istoricul petrolului ca sursă de energie şi al evoluţiei forajului, cu suficiente date care să servească la prospectare după concepţia actuală.

Cap. I se ocupă de mecanismul complex al dislocării rocilor în procesul de foraj analizîndu-se succesiv procesele elementare de dislocare, tipurile de mecanisme de dislocare mecanică, energia necesară dislocării, energia specifică de dislocare cu concluzii asupra conceptului de forabilitate la diferite roci.

Cap. II tratează despre elementele mecanice de transmitere la roca din talpă a energiei necesare procesului de foraj, dezvoltînd, în primul rînd, aspectele legate de tehnologia de foraj, funcţionalitatea garniturii de foraj ca organ de transmisie a puterii necesare forajului de la suprafaţă la talpa găurii de sondă, elementele componente şi caracteristicile mecanice şi dimensionale ale garniturii de foraj, caracteristicile mecanice ale oţelurilor utilizate în prezent pentru confecţionarea prăjinilor şi racordurilor speciale, alegerea tipului de prăjini, dimensionarea prăjinilor grele, grafice şi tabele, precum şi elementele speciale din componenţa garniturii şi stabilitatea garniturii de foraj. Un subcapitol se ocupă cu diferitele tipuri de sape şi modul de lucru al fiecărui tip, respectiv rentabilitatea comparativă.

Cap. III trece în revistă factorii care influenţează viteza de avansare şi eficienţa procesului de foraj, dintre care se consideră de primă importanţă factorii mecanici şi hidraulici, precum şi proprietăţile fluidului de foraj. Parametrii: apăsarea pe sapă şi turaţia sapei fac obiectul consideraţiilor teoretice şi practice cu care se discută apoi interdependenţa acestor parametri şi respectiv influenţa asupra vitezei de foraj, evidenţiind importanţa pe care o are stabilirea ştiinţifică a acestor parametri în realizarea unor viteze de foraj indicate. Suficient de dezvoltat se expun în subcap. III. 2. debitul şi presiunea de circulaţie ca factori hidraulici care pot fi controlaţi de operator, diagrame asupra căderii

de presiune, hidraulica procesului de foraj cu jet, fluidul de foraj ca factor al regimului de foraj, forajul în regim de presiuni „echilibrate" şi determinarea zonelor cu presiuni anormale.

Cap. IV. tratează despre măsurarea şi înregistrarea parametrilor regimului de foraj, ca: aparate de măsură şi control

pentru sistemul de manevră și dispozitive pentru avansarea automată a sapei; aparate de măsură și control pentru sistemul de rotire a garniturii de foraj, precum și pentru sistemul de circulație a fluidului de foraj.

În cap. V se dau considerații generale privind optimizarea forajului, conceptul de „foraj optimizat", factorii care afectează eficiența procesului de foraj, colectarea cotelor, analiza factorilor luați în considerare la optimizarea forajului și echipamente de control și optimizarea forajului.

Tehnologia de foraj pentru condiții speciale de săpare face obiectul cap. VI în care se cuprind: forajul cu controlul deviației, în condiții de circulație pierdută, cu circulație de aer sau gaze, în strate cu presiuni ridicate.

În cap. VII se tratează pe scurt forajul cu motoare de fund, domeniul de folosire a acestora, tipurile de motoare de fund utilizate la forajul sondelor și motoare electrice de fund.

La fiecare capitol al acestei foarte actuale lucrări este anexată bibliografia cea mai reprezentativă, astfel încît această carte este de un real folos, atît pentru inginerii și tehnicienii din șantierele de foraj, cît și pentru studenții angajați în studiul tehnologiei de foraj.

Ing. **A. Rudeneu**

Constantinescu, M. **Introducere în forajul și exploatarea sondelor marine.** Ed. tehnică, București, 1975, 280 pag.

Lucrarea de 280 pagini și 12 capitole prezintă o valoroasă informație asupra stadiului actual al industriei petroliere marine, care evoluează rapid, atît pe plan mondial, cît și în țara noastră.

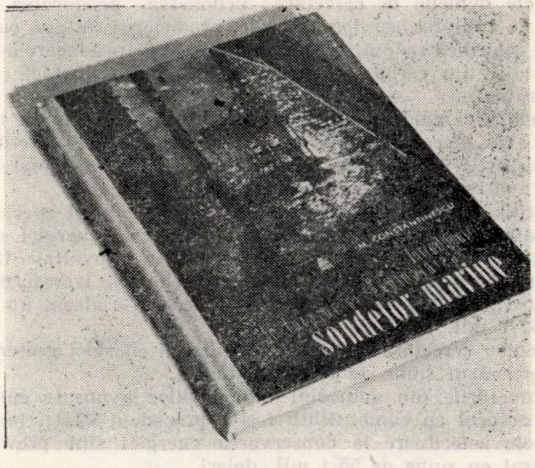
Autorul a reușit să selecționeze dintr-o extrem de bogată bibliografie cele mai importante cunoștințe pentru a prezenta, pe scurt, fazele caracteristice ale acestei noi industrii care a început prin anul 1950.

Condițiile mediului marin, deosebite de cele terestre, au dus la dezvoltarea de multe metode, echipamente și dispozitive care să facă posibile forajul și exploatarea sondelor în noul mediu, astfel încît autorul s-a văzut nevoit să facă o sinteză, începînd cu considerentele geologice și terminînd cu date de prospectare.

Se începe prin a se arăta importanța la care a ajuns această industrie, zonele productive mai importante pe plan mondiall și datele geologice care conduc la explicarea generării acestor zăcăminte.

Cum forajul marin se execută în condiții diferite, în cap. 3 se prezintă bazele ce suportă instalațiile de foraj. Sistemele de amenajare a gurii puțului pentru a se putea efectua forajul sînt descrise în cap. 4. Cap. 5 se ocupă, mai de taliat, de proiectarea sondelor marine, deoarece investițiile sînt mult mai importante decît la forajul pe uscat. În continuare se expun metodele de foraj în mediu marin, precum și accidentele specifice acestui fel de foraj.

Cum scopul final este realizarea producției, un capitol tratează despre metodele de încercare a productivității sondelor, iar capitolul următor — felul cum se exploatează sondele, cum este colectat și transportat țițeiul.



Un capitol special este dedicat costurilor de foraj și cheltuielilor necesare pentru dezvoltarea șantierelor marine.

În afara accidentelor de foraj specifice, într-un capitol separat se tratează alte feluri de accidente pe care le pot suferi unitățile petroliere marine, cum ar fi distrugeri provocate de furtuni, ciocniri cu vasele ce străbat mările, focul, precum și unele din instrucțiunile emise pentru evitarea lor.

În capitolul final se prezintă felul cum, probabil, se vor dezvolta, în perspectivă, operațiile de cercetare și exploatare a zăcămintelor de hidrocarburi din mări, în lumina cunoștințelor actuale.

Lucrarea se adresează tehnicienilor, inginerilor și tuturor ucrătorilor care activează în sectoarele: forajul sondelor și extracția țițeiului, ea constituind preludiul activității de exploatare a zăcămintelor marine de hidrocarburi ce urmează să se desfășoare în viitor pe soclul continental al Mării Negre.

Ing. **A. Rudeneu**

ŞTIRI

DIVERSIFICAREA CERCETĂRILOR ENERGETICE ÎN S.U.A.

Fondurile de care va dispune, în anul 1976, noul organism înfiinţat pentru cercetări în domeniul energetic „Energy Research and Development Administration" vor depăşi cu 60% fondurile prevăzute pentru anul 1975.

Cea mai mare parte a fost destinată cercetărilor din sectorul cărbune (279,5 mil. dolari) avîndu-se în vedere următoarele domenii de cercetare: lichefierea, producerea unui gaz de calitatea gazelor naturale, producerea de gaz cu putere calorifică redusă, procedee avansate de producere a electricităţii din cărbune, cercetări avansate şi tehnologii corespunzătoare.

Pentru cercetările din domeniul petrolului şi gazelor naturale s-au alocat 23,6 mil. dolari, iar pentru cele referitoare la şisturile bituminoase (în special pentru prelucrarea in situ a şisturilor) fondul este de 8,1 mil. dolari.

Utilizarea energiei solare formează un capitol special cu următoarele domenii de cercetare: folosirea energiei solare pentru încălzire şi alte utilizări, domeniul fotovoltaic, transformarea energiei eoliene, sinteza biologică, transformarea în energie a căldurii mărilor, pentru care s-a alocat un fond de 57,1 mil. dolari.

Pentru cercetările în vederea utilizării energiei geotermice s-a prevăzut suma de 28,4 mil. dolari.

Cercetările din domeniul tehnologiilor avansate cum ar fi reactorul cu combustibili fosili, procedeul MHD, precum şi cele referitoare la conservarea energiei sînt prevăzute separat cu suma de 55,4 mil. dolari.

În fine, cercetările nucleare, împreună cu cele referitoare la mediul înconjurător şi dezvoltarea armelor atomice vor fi continuate, fondurile respective ajungînd la 1,6 miliarde dolari.

Mines et Métallurgie, nr. 117/1975

ÎN LEGĂTURĂ CU CEL DE-AL 9-lea CONGRES MINIER MONDIAL

Cel de al 9-lea Congres minier mondial se va ţine la Düsseldorf (R.F. Germania) în intervalul 24—28 mai 1976, cu tema: **Industria minieră şi materiile prime — cheia progresului.** Congresul va avea loc în cadrul unei expoziţii miniere internaţionale care va fi deschisă între 22—29 mai 1976. La această expoziţie se va pune accentul pe problemele de mecanizare judicioasă şi automatizare integrală. Se vor expune: diferite maşini pentru exploatarea în subteran, instalaţii de extracţie prin puţuri şi circuite de transport, instalaţii de preparare şi cocsificare, locomotive şi material rulant, instalaţii electrice, instalaţii de protecţie contra prafului şi aparate de măsură în domeniul prăfuirii, produse chimice, utilaje diferite, maşini pentru exploatarea la zi şi instalaţii de săpare a puţurilor.

La sfîrşitul congresului vor avea loc vizite de studiu în bazinele carbonifere Ruhr, Aachen şi Saar, la minele de săruri de potasiu din Saxonia Inferioară şi Hessa, la minele de minereuri de fier din Harz, precum şi la minele de cărbuni şi minereuri de fier din sudul R.F. Germania. De asemenea este prevăzută o excursie în Suedia pentru vizitarea instalaţiilor din industria minereurilor de fier a acestei ţări.

PRĂJINI DE FORAJ DIN ALUMINIU

În S.U.A. şi în alte ţări occidentale s-a brevetat o presă orizontală, pusă la punct de un grup de ingineri sovietici, pentru fabricarea prăjinilor de foraj din aliaje de aluminiu cu o greutate specifică de trei ori mai mică decît cea a prăjinilor de oţel. Această diferenţă de greutate este deosebit de importantă mai ales la forajul de adîncime mare. Datorită flexibilităţii mai mari, eforturile de încovoiere sînt de trei ori mai mici decît la prăjinile de oţel. De asemenea forţele de atracţie către pereţii găurilor de sondă sînt mai reduse şi aceasta reduce uzura prăjinilor de aluminiu, precum şi uzura şi deteriorarea burlanelor. Alte avantaje sînt: manipularea mai uşoară, mărirea securităţii, consum mai redus de energie şi creşterea vitezei de foraj.

Prăjinile din aluminiu sînt folosite la efectuarea forajelor oblice de pe ţărmul insulei Sahalin sub Marea Ohotsk. Cel mai adînc foraj realizat în U.R.S.S., de 7 022 m s-a efectuat cu o coloană de prăjini dintre care 70% erau din aluminiu. Prăjinile din aluminiu se folosesc în S.U.A., Franţa, Anglia, şi R.F. Germania; în Japonia se preconizează foraje cu astfel de prăjini pe taluzul continental care mărgineşte această ţară.

Datorită calităţii excepţionale a prăjinilor sovietice din aluminiu, funcţiile secretariatului însărcinat cu elaborarea standardului respectiv au fost asumate de U.R.S.S.; acest secretariat funcţionează în cadrul Comitetului pentru prăjinile de exploatare petrolieră al Uniunii internaţionale a standardizării.

Mines et Métallurgie nr. 117/1975

REDUCEREA DIRECTĂ, CU LIGNIT, A MINEREULUI DE FIER

Folosindu-se lignitul din Renania (R.F. Germania) s-a obţinut reducerea minereurilor de fier la o temperatură, relativ scăzută, buretele de fier avînd un conţinut de 98—99%. Aceste cercetări vor avea consecinţe economice importante, deoarece lignitul este un combustibil ieftin şi rezervele, numai în Renania, se ridică la 50 miliarde tone.

Mines et Métallurgie nr. 117/1975

METANOLUL OBŢINUT DIN CĂRBUNE CA INLOCUITOR AL PRODUSELOR PETROLIERE

La centrul de producere a energiei din Florida s-au efectuat cercetări, cu bune rezultate, de alimentare cu metanol a unei turbine industriale de gaz pentru producerea energiei electrice. Metanolul se obţine din cărbune la un preţ competitiv; este însă necesar ca tehnologia să progreseze pentru ca lichidul să fie practic incolor. Se realizează astfel o reducere a costurilor de întreţinere a turbinelor şi se evită poluarea mediului înconjurător, conţinutul în bioxid şi oxid de carbon al gazelor evacuate fiind sub limitele admise.

Societatea Amax care efectuează cercetările intenţionează să utilizeze metanolul extras din cărbune şi la arderea în focarele cazanelor de la locomotive cum şi la camioanele cu motoare Diesel. Se consideră că în industria automobilelor se poate folosi un amestec de benzină cu pînă la 15% metanol fără modificări esenţiale ale carburatoarelor.

Mines et Métallurgie 117/1975

REUNIUNI CU CARACTER INTERNAŢIONAL ÎN ANUL 1976

● În intervalul 22—26 februarie 1976 va avea loc Simpozionul internaţional referitor la extracţia şi rafinarea cuprului la Las Vegas (Nevada— S.U.A.), organizat de Extractive Metallurgy Division of the Metallurgical Society of AIME.

● Între 24—28 mai 1976, este „Bergbau 76", al 9-lea Congres minier mondial de la Düsseldorf, Informaţii la Düsseldorfer Messengesellschaft mbH — NOWEA, 4 Düsseldorf 30, Messegelande, Postfach 320203.

● Între 23—28 mai, va avea loc al 7-lea Congres internaţional de preparare a cărbunelui, la Sydney (Australia). Informaţii la The Secretary, Severnth International Coal Preparation Congress, Box 3842, G.P.O. Sydney NSW 2001, Australia.

● Între 16—25 august, va avea loc al 25-lea Congres Internaţional Geologic la Sydney. Informaţii la The Secretary General, 25 th, I.G.C., P.O. Box 1892, Canberra ACT, 2601, Australia.

SCHIMBAREA METODEI DE EXPLOATARE LA O MINĂ DE MINEREURI DE FIER

Mina Grängesberg este cea mai importantă exploatare de minereuri de fier din zona centrală a Suediei. Corpul de minereu cu înclinare de 65—70° are o lungime de 1 550 m și o grosime între 20—100 m. Exploatarea minereului s-a început din evul mediu prin lucrări la zi pînă în anul 1910 cînd s-a ajuns la adîncimea de 70—100 m de la suprafață, extrăgîndu-se în total circa 10 mil. t. De la această dată s-a început exploatarea în subteran. Inițial metoda de exploatare preferată a fost exploatarea în subetaje cu prăbușire, însă din anul 1955 această metodă a fost treptat înlocuită prin metoda cu prăbușire în blocuri, care în prezent se aplică la 70% din producție; metoda în subetaje se mai aplică numai în porțiunile subțiri de zăcămînt, sub 25 m grosime. O dată cu aceasta s-a trecut de la transportul pe șine la transportul cu vehicule care circulă fără șine.

În general, se lucrează fără susținere, rocile fiind destul de rezistente; în cazuri speciale se folosește ancorarea, torcretarea sau susținerea specială din beton.

Principalul avantaj al metodei de exploatare cu prăbușire în blocuri și al utilajelor folosite, o dată cu introducerea acestei metode, constă în faptul că se pot evacua din mină blocuri mari de minereu pînă la 8 tone fără să mai fie necesară fărîmițarea lor cu explozivi. Alte avantaje sînt: economiile realizate prin faptul că nu este necesară construirea unui orizont principal de transport întrucît acesta se efectuează cu ajutorul vehiculelor pe pneuri de mare capacitate, aerajul abatajelor se face mai ușor etc. Aplicarea metodei prezintă și unele inconveniente care vor fi remediate pe parcurs. Începînd din anul 1976 se preconizează că de la un orizont să se extragă, aplicînd această metodă, pînă la 2 500 t minereu pe zi. Capacitatea totală de extracție a minei este 4,5 mil. t pe an, din care 2,85 mil. t minereu. Extracția se efectuează cu skip, controlul încărcării acestuia făcîndu-se prin sistemul de televiziune care servește și pentru controlul preparării. Productivitatea în subteran, planificată, este de 10 t/pe om și oră, consumul de exploziv 100 kg/1000 t rocă; minereul va reprezenta 65—66% din totalul masei de rocă extrasă.

Mining Magazine, iunie, 1975

REZERVELE DE HIDROCARBURI DIN MAREA NORDULUI

Rezervele determinate în Marea Nordului au ajuns la cantitatea de 2,6 miliarde t petrol și 2 500 miliarde t gaze naturale. În mare proporție aceste zăcăminte sînt concentrate pe zone relativ reduse: Brent, Ekofisk, triunghiul Forties — Montrose — Maureen pentru petrol, Frigg și în partea de sud a mării pentru gaze naturale. Se consideră că explorările viitoare, mai ales în zonele centrală și nordică, mai puțin cercetate, vor detecta noi rezerve de petrol și gaze, încît cantitatea de petrol calculată pînă în prezent să se mărească pînă la de zece ori. În orice caz în prezent se estimează ca foarte probabile pentru viitorul apropiat cifrele de 4,0 miliarde t petrol și 3 400 miliarde gaze naturale.

Erdeol und Erdgas, iulie, 1975

PRODUCȚIA DE PETROL ÎN ANUL 1974

Producția mondială de petrol în anul 1974 a fost de 2,851 miliarde 4, cu 0,2% mai mare decît în anul precedent. S-a înregistrat o creștere de aproximativ 40 mil. t în U.R.S.S., R.P. Chineză și Europa, dar în același timp producția a fost mai scăzută în alte țări. Consumul de petrol a scăzut la 2,743 miliarde t, cu 1,2% mai redus decît în anul precedent. Consumul s-a redus cu circa 90 mil. t datorită restrîngerii consumului în S.U.A., Japonia și în țările din vestul Europei.

Glückauf, nr. 14, 1975

PROCEDEE DE PRELUCRARE A CĂRBUNILOR ÎN VIITOR

La a 9-a conferință mondială a energiei care a avut loc la Detroit în septembrie 1974 s-a constatat că aproape jumătate din rezervele energetice mondiale sînt constituite din cărbuni (în situația actuală cînd încă problema suprarege-neratoarelor nu a fost pusă la punct). Petrolul reprezintă numai o optime din rezervele energetice mondiale, iar rezervele de gaze naturale 1/16. De aceea se consideră că în secolul viitor cărbunele va avea un rol important depășind cu mult volumul extracției de hidrocarburi.

Valorificarea combustibililor fosili se va face în diferite faze. În prezent politica energetică are la bază folosirea combustibililor mai buni și mai competitivi. Aceste principii încep să fie abandonate avîndu-se în vedere în primul rînd conservarea rezervelor energetice, siguranța în aprovizionare și protecția mediului înconjurător. Cu timpul cărbunii vor înlocui petrolul și gazele naturale folosite pentru producerea de energie, acestea urmînd să aibă o valorificare superioară. Mai tîrziu lipsa hidrocarburilor va determina transformarea cărbunilor în hidrocarburi lichide și gazoase sau în substanțe chimice. Producția de cărbuni, după ce va înregistra un maximum la începutul secolului XX, va scădea pe măsură ce se vor extinde reactoarele cu fuziune, care vor înlocui supraregeneratoarele.

În vederea unei folosiri mai confortabile și cu mai multă elasticitate a cărbunilor, precum și pentru protejarea mediului înconjurător se vor dezvolta două procedee noi de ardere: arderea cărbunilor în pat fluidizat și transformarea cărbunilor în gaz cu putere calorifică redusă prin gazeificare cu un amestec de aer-aburi.

Pentru înlocuirea hidrocarburilor lichide și gazoase există trei căi principale de prelucrare a cărbunilor: gazeificarea, piroliza și hidrogenarea, redate schematic în figura 1.

Subprodusele rezultate din cocsificarea cărbunilor au servit pentru obținerea unor produse chimice, însă o dată cu dezvoltarea petrochimiei aceste produse se obțin din petrol. Se presupune că începînd din anul 1990 volumul produselor chimice obținute din petrol nu va mai crește, astfel că va trebui să se facă din nou apel la cărbuni din care se poate obține o gamă largă de produse chimice printre care aromate și produse speciale (materiale sintetice, lianți, meteriale pentru filtrare, cărbune activ, materiale izolante și de impregnare, grafit etc.).

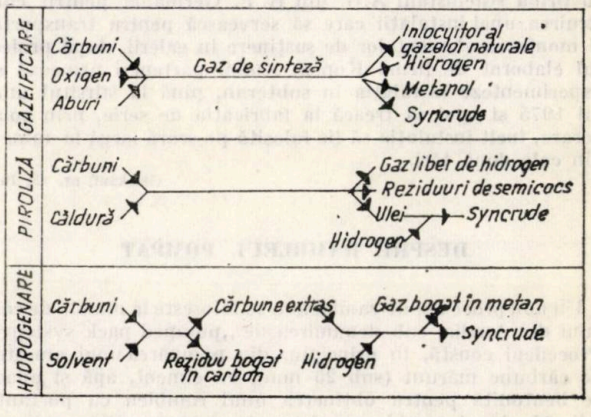


Fig. 1. Cele trei procedee de bază pentru prelucrarea cărbunilor.

O altă categorie de procedee de prelucrare a cărbunilor poartă denumirea de „Coalplex", prin aplicarea cărora rezultă din cărbune, în același timp, mai multe produse, printre care: curentul electric, metanul, combustibilii lichizi și produsele chimice. Unul din aceste procedee complexe este redat în figura 2.

În legătură cu diferitele posibilități de prelucrare a cărbunilor se fac, în S.U.A., încercări de obținere a unui amestec de metan și hidrogen prin aplicarea procedeului denumit Rafinărie COG (Coal, Oil, Gaz), după schema din figura 3.

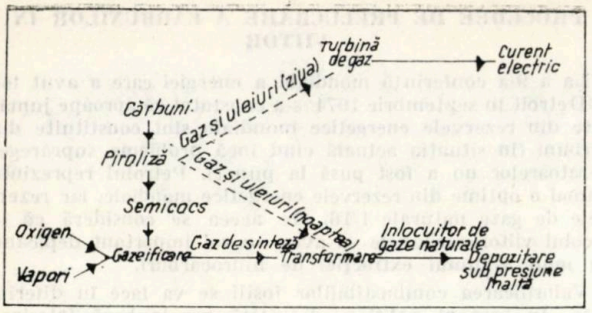


Fig. 2. Procedeu Coalplex pentru obținerea unei rezerve de gaz.

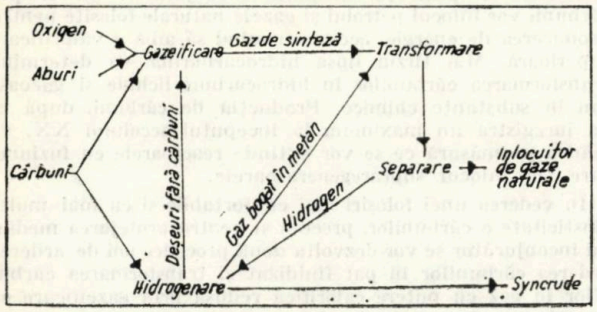


Fig. 3. Rafinăria COG.

Toate aceste procedee de prelucrare a cărbunilor necesită însă cercetări îndelungate, pînă se va ajunge la aplicarea lor în practică, în mod competitiv.

Glückauf, nr. 14/1975

MECANIZAREA MONTĂRII SUSȚINERII

Întreprinderea Poloneză Kopex a încheiat un contract cu firma Rheinstahl A.G. din R. F. Germania pentru construirea unei instalații care să servească pentru transportul și montarea elementelor de susținere în galerii, după proiectul elaborat de firma Kopex. Ambii parteneri urmează să experimenteze instalația în subteran, pînă la sfîrșitul anului 1975 și apoi să treacă la fabricația de serie, prin colaborare, încît instalația să fie folosită pe scară largă la minele din cele două țări.

Glückauf, nr. 15, 1975

DESPRE RAMBLEUL POMPAT

Un nou procedeu de rambleiere se folosește la minele de cărbuni din Anglia, sub denumirea de „pumped pack system". Procedeul constă, în principiu, din pomparea unui amestec de cărbune mărunt (sub 25 mm), cu ciment, apă și adaos de bentonită pentru obținerea unui rambleu cu portanță ridicată. Acest rambleu se folosește pentru realizarea coastelor de rambleu de-a lungul galeriilor, rambleierea galeriilor care urmează să fie traversate de abataje, umplerea golurilor rezultate în urma surpărilor, confecționarea digurilor etanșe etc. Un avantaj în plus pe care îl are procedeul constă în faptul că materialul de bază (cărbunele) se găsește în mină încît transportul se simplifică. În figura 1 este reprezentată schema instalației care deservește un abataj. Cărbunele, după ciuruire, este adus la un amestecător unde se introduce apă (50%) și bentonită (1%). Amestecul este apoi refulat cu o pompă acționată hidraulic (160 bari). La aproximativ 50 m de la front se injectează lapte de ciment cu un conținut de 15—20% ciment cu priză rapidă astfel că în beton se găsește 6—15% ciment. Produsul final are consistența unei paste încît necesită un cofraj timp de o oră, pînă se întărește.

Betonita servește la menținerea în suspensie a grăunților de cărbuni și pentru facilitarea transportului în tuburi. Amestecul este stabil mult timp încît se poate relua pomparea după o săptămînă de întrerupere cu tuburile pline. Rezistența la compresiune a rambleului este următoarea: 2—3 bari după 3 ore, 20—30 bari după 24 ore și 60 bari

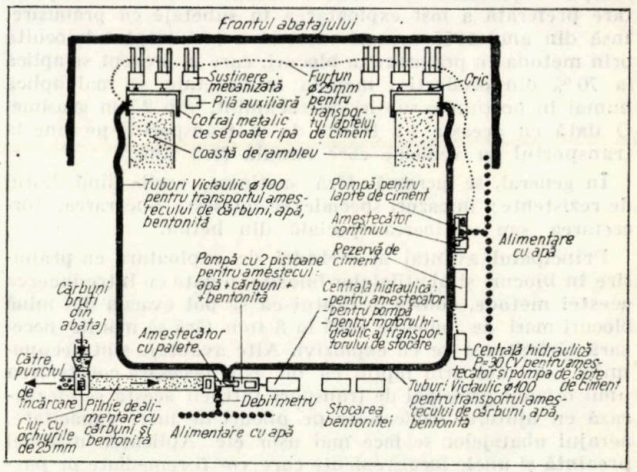


Fig. 1. Schema unei instalații tip Pumped pack system.

după 28 zile. Rambelul este foarte compresibil; suportă o convergență de pînă la 10 cm fără nici o deformare laterală. Prețul de cost al rambleului este competitiv față de alte procedee.

Documents techniques (Charb. de France), nr. 3, 1975

COMBINE DE TĂIAT CĂRBUNE FĂRĂ LANȚ DE TRACȚIUNE

Cu toate perfecționările aduse actualelor lanțuri de antrenare a combinelor de tăiat cărbune, ele prezintă încă multe neajunsuri, cum sînt:

— pericole mari pentru personalul de supraveghere prin loviturile de bici la care este supus lanțul;

— în timpul deplasării combinei practic nu se poate lucra în front;

— în abatajele ondulate lanțul se freacă de elementele de susținere slăbindu-le stabilitatea;

— elasticitatea lanțului provoacă mersul în salturi al combinei cu șocuri care suprasolicită materialul.

Această situație are tendința să se complice prin introducerea lucrului cu mai multe mașini, paralel cu creșterea continuă a puterii lor, avînd ca rezultat final o și mai mare solicitare a lanțului de tracțiune. Din aceste motive în ultimul timp s-au făcut propuneri și s-au încercat la zi și în subteran noi, sisteme de tracțiune a combinelor eliminîndu-se lanțul.

În Anglia, Institutul pentru cercetare și dezvoltare minieră al Ministerului Cărbunelui (NCB) a realizat un sistem de antrenare a combinelor existente constituit dintr-un lanț de transmisie avînd zale cu gheară care angrenează la o cremalieră de formă specială fixată de transportul de cărbune (fig. 1). Pentru o dirijare corectă a lanțului de-a lungul cremalierei, sînt prevăzute două ghidaje. Acest subansamblu a putut fi adaptat la combinele existente cu una sau două tobe. Încercările efectuate în aceleași condiții de strat, pro-

fil de abataj şi cu utilaje auxiliare identice au demonstrat capacitatea de tăiere cu viteza de 7,5 m/min, sub puterea maximă a motoarelor de 200 CP şi cu aproximativ 60% din presiunea de antrenare posibilă.

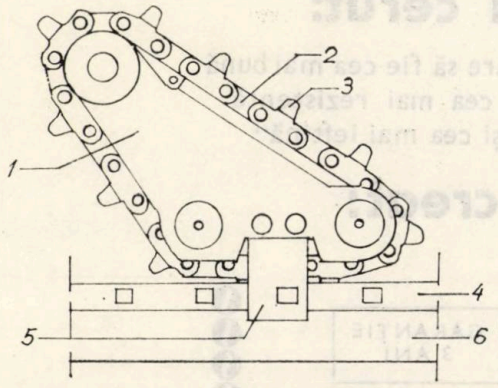


Fig. 1 Dispozitivul de antrenare a combinei cu lanţ de transmisie şi cremalieră:
1 – cadru; *2* – lanţ; *3* – gheară; *4* – cremalieră; *5* – ghidaj; *6* – transportor.

În Franţa, CERCHAR în colaborare cu mina de cărbune Cévennes au adaptat la combina THV 1 Sagem-Eickhoff numită şi Simple Ranging un sistem interesant de tracţiune hidraulică. Sistemul cuprinde două menghine hidraulice care se deplasează pe o şină de ghidare fixată de transportor (fig. 2). Pentru realizarea avansării combinei, în mod alternativ, în timp ce o menghină este fixată, cilindrul acesteia deplasează combina; în acest timp cealaltă menghină liberă este deplasată de cilindrul acesteia cu o viteză dublă de deplasare, pentru a fi gata să continue antrenarea combinei cînd cilindrul primei menghine ajunge la sfîrşitul cursei. Presiunea hidraulică pentru strîngerea menghinelor şi acţionarea cilindrilor este asigurată de o centrală hidraulică montată pe şasiul combinei în locul troliului clasic. Cele două menghine sînt identice şi au o falcă inferioară, care face parte din corp, şi o falcă superioară, care este o piesă liberă lipită de ghidaj prin trei cilindri hidraulici cu simplu efect şi diametrul 150 mm. Cilindrii de tracţiune au diametrul interior de 140 mm, diametrul tijei de 80 mm, cursa de circa 330 mm şi pot dezvolta un efort de 12400–20000 daN. Şina de ghidare este fixată de rama transportorului blindat PT 1 pe toată lungimea frontului lung, de partea masivului de cărbune, fiind constituită din segmente cu lungimea de 1,52 m.

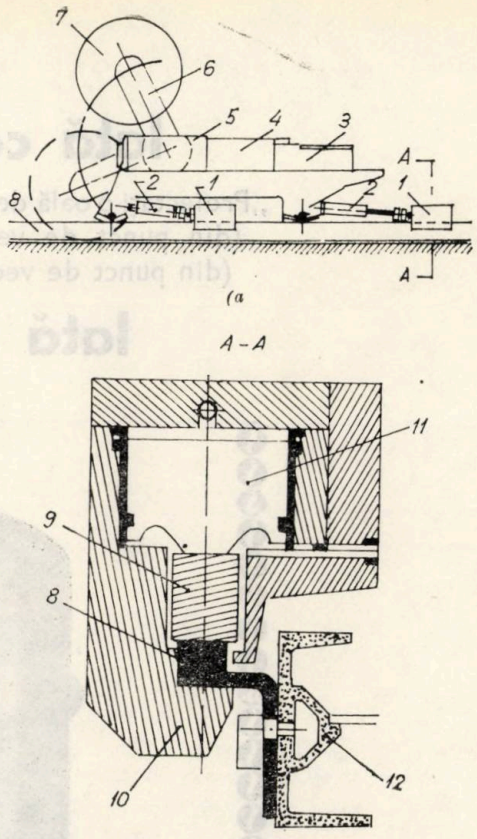


Fig. 2 Combina THV 1 Sagem-Eickhoff prevăzută cu un dispozitiv de antrenare cu două menghine hidraulice ghidate:
1 – menghină hidraulică; *2* – cilindru cu dublu efect; *3* – centrală hidraulică; *4* – electromotor; *5* – capul de acţionare; *6* – braţul combinei; *7* – tambur; *8* – şină de ghidare; *9* – falcă superioară; *10* – falcă inferioară; *11* – cilindrii cu efect simplu; *12* – şasiul transportorului.

Se prevede ca extinderea acestor noi sisteme de tracţiune la combine să aibă următoarele rezultate pozitive:

– eliminarea accidentelor provocate de lanţ;

– posibilitatea executării de lucrări de susţinere şi a altor operaţii în culoarul de tăiere în timpul funcţionării combinei;

– avansarea fără şocuri a combinei cu menajarea organelor de tăiere;

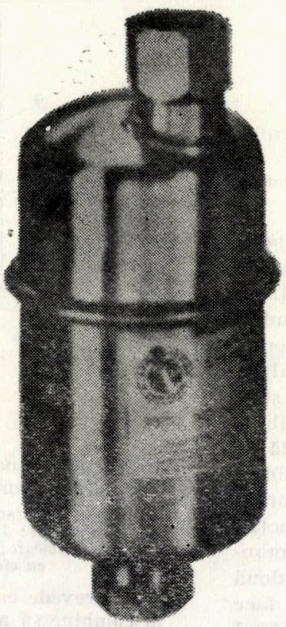
– folosirea în viitor a mai multor combine în acelaşi abataj frontal cu funcţionare simultană.

The Mining Engineer, iunie 1975 şi Industrie Minérale, iunie 1975.

Iată ce ne-ați cerut:

„Proiectați o oală de condensație care să fie cea mai bună (din punct de vedere tehnic), cea mai rezistentă (din punct de vedere mecanic) și cea mai ieftină"

Iată ce am creat:



GARANȚIE 3 ANI

Noua oală de condensație ARMSTRONG 10 — 10 în întregime din oțel inoxidabil: „o concepție total nouă":

- este foarte rezistentă: oală de condensație 10 — 10 ARMSTRONG este toată inox;
- este foarte ușoară: oala de condensație 10 — 10 ARMSTRONG este mai ușoară decît cea termodinamică și cea bimetalică;
- este ieftină: inox este la prețul fontei:
- poate fi înlocuită la un preț echivalent cu acela al unei reparații la un tip clasic;
- asigură cel mai bun randament: este o oală de condensație cu flotor:

— este garantată 3 ani (cu posibilități de a dura mai mulți ani).

Datorită unei concepții complet noi, oalele de condensație 10—10 ARMSTRONG vă oferă calitatea și siguranța „PROCESS" la un preț accesibil pentru orice utilizare (o oala de condensație TRACING pentru o durată de zece ani!)

ARMSTRONG MACHINE WORKS S.A.
B — 4400 HERSTAL — Belgia telex 41677

ARMSTRONG STEAM TRAPS TRADE MARK

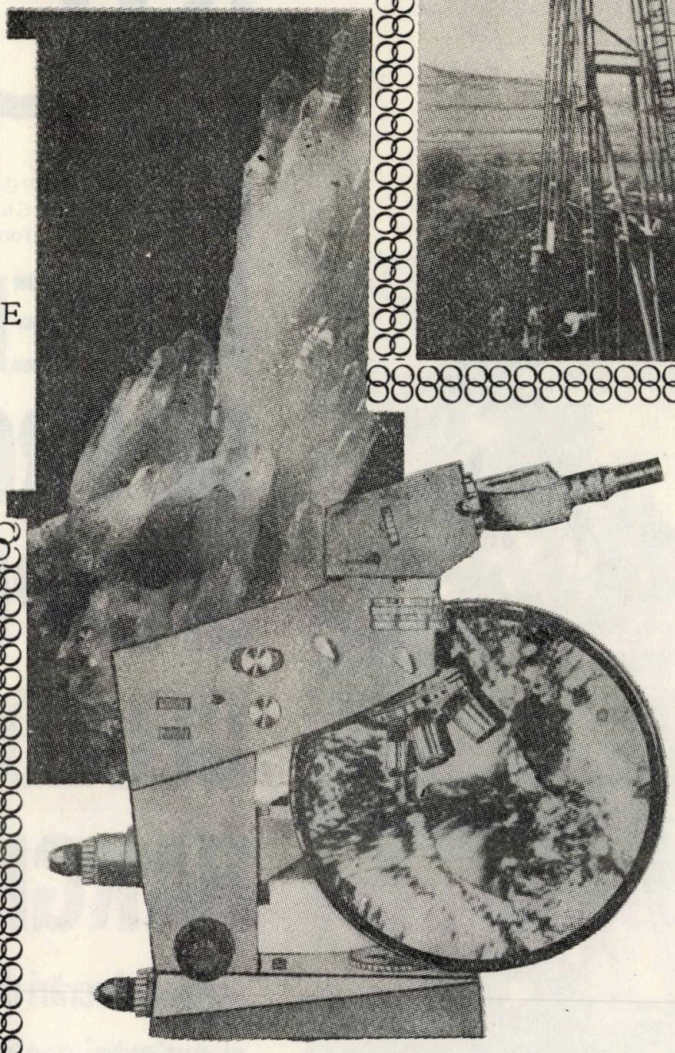
PUBLICOM

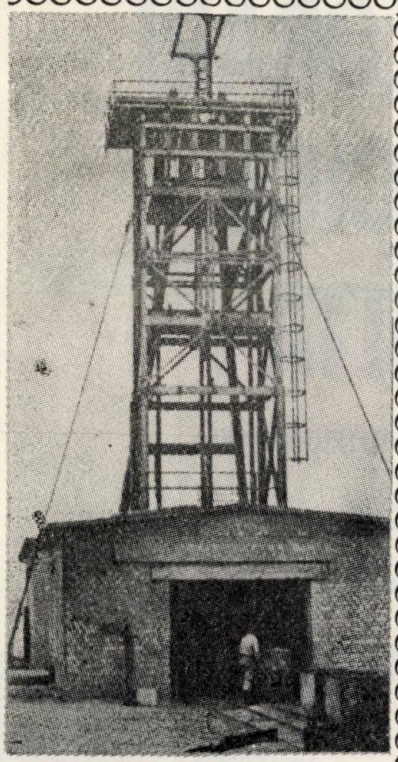
MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ȘI GEOLOGIEI
DIRECȚIA GENERALĂ GEOLOGICĂ

ÎNTREPRINDEREA DE PROSPECȚIUNI ȘI EXPLORĂRI GEOLOGICE

CLUJ-NAPOCA, str. Traian Vuia nr. 140
telefon 41122, telex 31217

CERCETEAZĂ
SUBSOLUL
PATRIEI NOASTRE
ÎN SCOPUL
DESCOPERIRII
DE NOI SUBSTANȚE
MINERALE UTILE
SOLIDE
EXECUTÎND



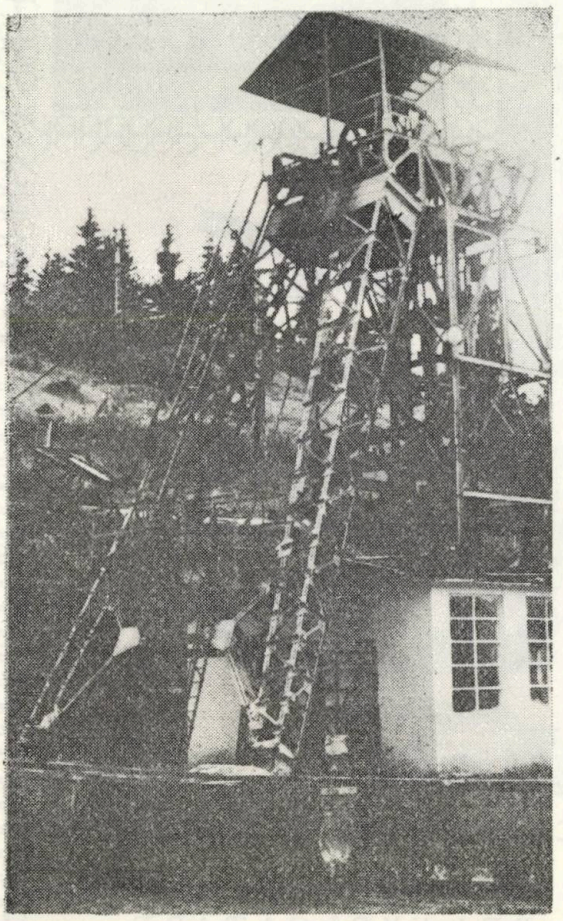


PROSPECȚIUNI GEOLOGICE,
GALERII,
SUITORI,
PUȚURI DE EXPLOATARE,
PUȚURI DE EXPLORARE
FORAJE GEOLOGICE,
ANALIZE MINERALOGICE-
-PETROGRAFICE

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIRECŢIA GENERALĂ GEOLOGICĂ

IPEG

MIERCUREA CIUC
Str. Gh. Doja nr. 6
Telefon : 11822-25



ÎNTREPRINDEREA DE PROSPECŢIUNI ŞI EXPLORĂRI GEOLOGICE HARGHITA

execută lucrări de prospecţiuni şi explorări geologice pe teritoriul judeţelor

HARGHITA ~ MUREŞ ~ COVASNA

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
CENTRALA CĂRBUNELUI PETROŞANI

ÎNTREPRINDEREA DE UTILAJ MINIER PETROŞANI

PRODUCE

UTILAJE DE MARE TEHNICITATE PENTRU MINELE DE CĂRBUNI

- Grinzi păşitoare pentru tavan artificial şi natural
- Complexe de mecanizare pentru abataje cameră
- Stîlpi hidraulici cu pompă centrală tip SVJ 80 - 315 cm
- Stîlpi hidraulici cu pompă individuală tip SPI 3 ÷ 5
- Agregat central hidraulic tip ACH 40/200
- Alte elemente hidraulice pentru subteran
- Grindă de susţinere articulată cu deschidere de 1 250, 1 400, 1 600 mm

IUM PETROŞANI

- Transportoare blindate pentru abataje
- Maşină hidraulică de forat suitori tip MFH - 45
- Elemente de semnalizare şi automatizare în subteran
- Instalaţii pentru săparea puţurilor şi galeriilor
- Utilaje pentru transport pe verticală (vase de extracţie, dispozitive de legat cablu, molete)
- Piese de schimb pentru utilaje miniere şi instalaţii de preparare.

1976 JAN 2 3

TRANSPORTOR CU RACLETE BLINDAT TR - 3M

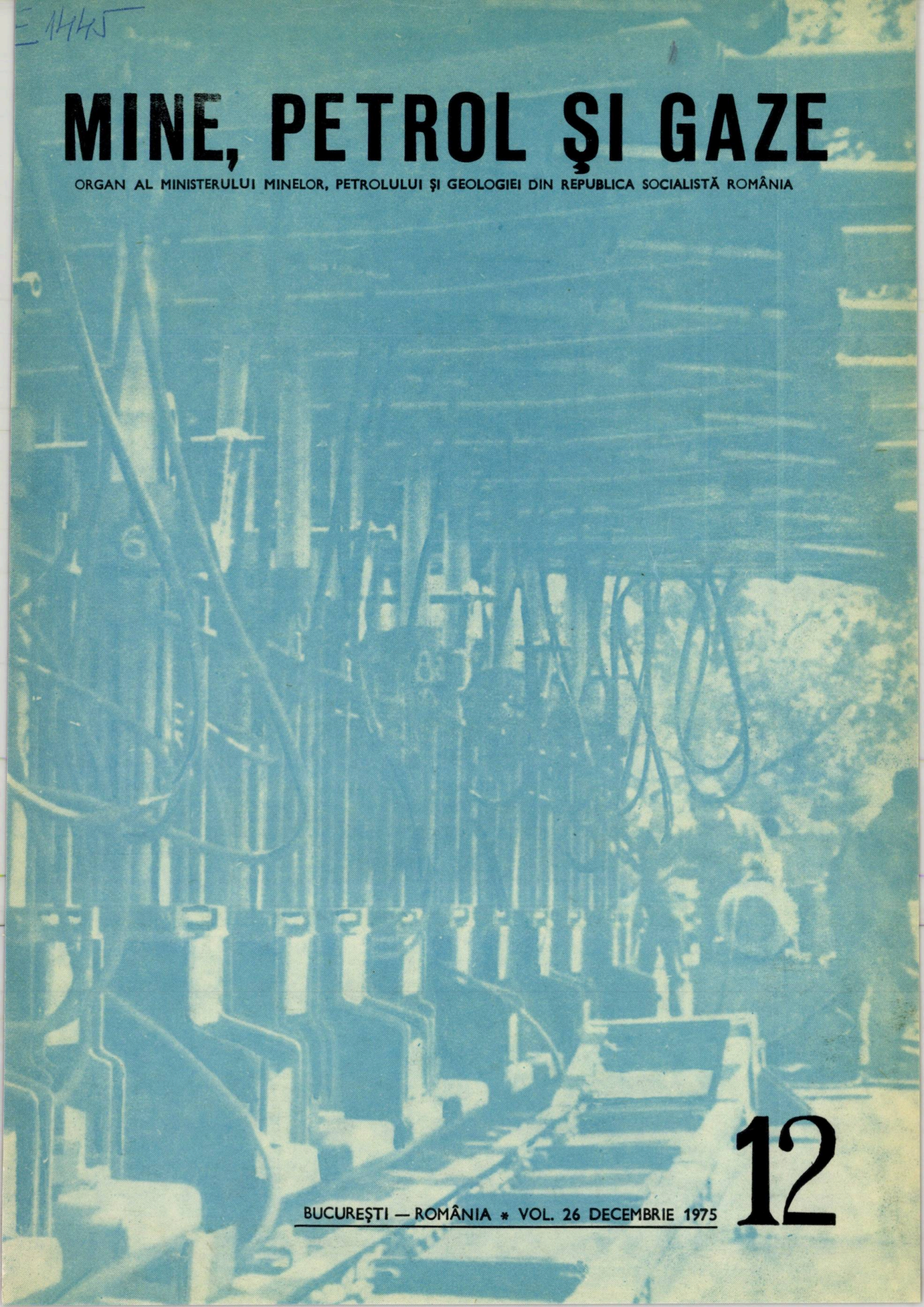
- Debitul maxim fără paravane 120 t/h
- Debitul maxim cu paravane 160 t/h
- Viteza lanţului 0,5 m/s
- Lungimea maximă 120 m
- Greutatea 23500 kg

ADRESA : Petroşani, str. Republicii nr.1, telefon 42 820

E 1145

MINE, PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA



BUCUREŞTI — ROMÂNIA * VOL. 26 DECEMBRIE 1975

12

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

MINE, PETROL ŞI GAZE

ANUL XXVI

Nr. 12 1975

ORGAN AL MINISTERULUI MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

CUPRINS

Vernescu, Al. şi Popa, Gh. C. **Utilizarea simulării statistice în ingineria zăcămintelor de petrol şi gaze** 578

Pârvulescu, N. **Flambajul ţevilor de extracţie şi al prăjinilor tubulare la pompajul de adîncime** 583

Andronescu Anişoara şi Ene, I. **Unele aspecte ale geochimiei uraniului în granite** 588

Georgescu, D. **Consideraţii teoretice şi cercetări experimentale în legătură cu evaluarea flotabilităţii mineralelor** 592

Mihail, Cr. **Aplicarea rezistivimetriei în hidrogeologie** 598

Recenzii

Informaţii

Ştiri

Index bibliografic

COLEGIUL DE REDACŢIE

Ing. **VASILE SCRIPĂŢ**, *preşedinte;* dr. ing. **GHEORGHE ALDEA**; ing. **ŞTEFAN BENEA** *redactor;* dr. geol. **IOSIF BERCIA**; ing. **TEODOR BORU**; dr. ing. **GHEORGHE DONŢOV DANU**; ing. **VIRGIL FĂTU**; dr. ing. **IANCU GEANGĂLĂ**; dr. ing. **FLOREA NEAGU**; ing. **ALEXANDRU PANAITESCU**; ing. **NICOLAE PANTILIE**; **ELENA VRÂNCEANU**, *redactor.*

REZUMATE

Vernescu, Al. şi Popa Gh. C. *Utilizarea simulării statistice în ingineria zăcămintelor de petrol şi gaze*

După o discuţie privind fundamentarea aplicării modelării statistice în evaluarea zăcămintelor, se trece la exemplificarea folosirii metodei Monte Carlo pentru calcularea intervalului de încredere, în limitele căruia se află rezervele geologice iniţiale ale unui zăcămînt petrolifer.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Pârvulescu, N. *Flambajul ţevilor de extracţie şi al prăjinilor tubulare la pompajul de adîncime*

Pornind de la cazul particular în care se neglijează greutatea proprie, prin metoda lucrului mecanic, în partea a doua a lucrării se analizează repartizarea sarcinilor în flambajul ţevilor sub acţiunea presiunii interioare în două cazuri: a prăjinilor tubulare şi a ţevilor de extracţie. Se comentează mijloacele de îndepărtare a efectelor dăunătoare ale flambajului.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Andronescu Anişoara şi Ene, I. *Unele aspecte ale geochimiei uraniului în granite*

Se face o prezentare a conceptelor actuale privind geochimia uraniului, iar apoi autorii dezvoltă o corelare între datele teoretice şi rezultatele practice obţinute prin studierea unor roci granitice impregnate cu minerale uranifere cunoscute că formează zăcăminte de uraniu în unele puncte pe glob.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Georgescu, D. *Consideraţii teoretice şi cercetări experimentale în legătură cu evaluarea flotabilităţii mineralelor*

Autorul prezintă o serie de cercetări efectuate în legătură cu unele metode de evaluare a flotabilităţii mineralelor.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Mihail, Cr. *Aplicarea rezistivimetriei în hidrogeologie*

Sînt prezentate o serie de probleme ale hidrogeologiei rezolvate prin metode geofizice de măsură a rezistivităţii rocilor, precum şi determinarea adîncimii şi grosimii acviferelor, rezolvate prin aceeaşi metodă.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Recenzii

Informaţii

Ştiri

Index bibliografic

Revista MINE, PETROL şi GAZE, organ al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei din Republica Socialistă România. Redacţia revistei la Oficiul de informare documentară pentru mine, petrol şi geologie, str. Mendeleev nr. 36—38 sect. 1, telefon 33.03.50/138. Instituţiile pot achita abonamentele în contul de virament 30.126.01.01 Fil. Sector I, al Institutului de Geologie şi Geofizică, str. Caransebeş nr. 1 sector 8. Tariful pentru întreprinderi: 160 lei anual; tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri: 50 lei anual; costul unui exemplar: 5 lei.

Tiparul: Intreprinderea Poligrafică „Informaţia" str. Brezoianu nr 23—25, Bucureşti. c. 582

Taxele poştale plătite în numerar, pentru anul 1975, conform aprobării D.G.P.Tc. nr. 137/6351/1974

CONTENTS

Vernescu, Al. and Popa, Gh. C. *Statistical simulation in gas and oil deposits engineering*

After some considerations on the application of the statistical simulation in the deposit evaluation, it is presented the Monte Carlo method for confidence interval calculation in whose limits are comprised the initial geological reserves of an oil deposit.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 26, nr. 12, 1975

Pârvulescu, N. *The tubing and hollow rod buckling at deep pumping*

As shown in the particular case in which the self weight is neglected by means of the mechanical work method, in the second part of the paper it is analysed the repartition of the stresses in the pipe buckling under the action of the inner pressure in two cases : of hollow rods and tubing. The means to remove the harmful efects of the buckling are discused.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Andronescu Anişoara and Ene, I. *Some features of the uranium geochemistry in granite*

It is presented the actual concepts concerning the uranium geochemistry; afterwards the authors are developing the correlation between the theoretical data and practical results obtained from the study of some granite rocks impregnated by uraniferous minerals, which are known to form uranium deposits in some parts of the world.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Georgescu. D. *Theoretical considerations and experimental researches on the estimation of mineral flotability*

The author presents a series of researches in connection with some methods for the estimation of mineral flotability.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Mihail, Cr. *The application of the resistivity logging in hydrogeology*

A series of hydrogeologic problems solved by geophysical methods for rock resistivity logging are presented, as well as the determination of water napp's depth and thickness, solved by the same methods.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Informations

News

СОДЕРЖАНИЕ

Вернеску, Ал. и Попа, Г. К. *Применение статистического симмулирования в инженерном деле газовых и нефтяных месторождений*

В начале обсуждается вопрос обоснования применения статистического моделирования при оценке запасов, после чего переходят к представлению примеров применения метода Монте Карло для подсчета промежутка достоверности, в пределах которого расположены инициальные геологические запасы нефтяного месторождения.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Пырвулеску, Н. *Изгиб нефтяных и бурильных труб в случае глубокой откачки*

После представления частного случая с принебрежением собственного веса методом механической работы, анализируется-во второй части -распределение нагрузки при изгибе труд в результате внутреннего давления для нефтяных и бурильных труб. Описываются средства удаления вредных эффектов изгиба.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Андронеску, А. и Ене, И. *Некоторые аспекты геохимии урана в гранитах.*

Представлены актуальные соображения касающиеся геохимии урана, после чего авторы развивают соотношение между теоретическими и практическими данными, полученными в результате изучения (исследования) гранитов с вскраплениями известных урановых минералов ряда урановых месторождений мира.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Джеорджеску, Д. *Теоретические соображения и экспериментальные работы, проведенные в целях определения флотируемости минералов*

Автор представляет ряд исследований, проведенных различными способами, в целях .определения флотируемости минералов.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Михаил, Кр. *Использование сопротивляемости в гидрогеологии*

Представлены ряд вопросов гидрогеологии которые были решены геофизическими методами измерения сопротивляемости горных, а также по определению глубины залегания и мощности водоносных слоев с применением этого же метода.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Информации

Новости

INHALT

Vernescu, Al. und Popa, Gh. C. *Die Anwendung der statistischen simulation in Ingenieurwesen der Erdöl — und Gaslagerstätte*

Nach eine Erörterung über die Begründung der Avendung der statistischen Modellierung für die Abschätzung der Lagerstätte, wird abs Beispiel eine Modellrechung dargestellt über die Anwendung der Monte-Carlo Methode an den Vertrauens-Zwischenräume, in deren Grenzen die geologischen Vorräte einer Erdöllagerstätte sich befinden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Pârvulescu, N. *Das Knikhen der Förderungsrohre und der röhrenartigen Stangen bei Tiefaufpumpen*

Nach dem Berichten eines speziellen Falles wo das Eigengewicht vernachlässigt und durch die Methode der mechanischen Arbeit analysiert wird, im zweiten Teil ist die Verteilung der Last Kräfte unter der Wirkung des inneres Druckes, für zwei Fälle besprochen: für röhrenartige Stangen und für Förderungsrohre. Man bespricht die Beseitigungsmittel der schädlichen Wirkungen von Knickerseheinungen.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Andronescu Anişoara und Ene, I. *Einigen Aspekte der Geochemie von Uran in Granite*

Es wird dargeboten eine aktuelle Auffassung über die Geochemie von Uran, wonach die Verfassern eine Wechselbezichung zwischen den theoretischen Daten und den praktischen Resultate entwickeln, welche durch das Studium von granitischen Gestein erworben wurde, welche mit Uranerze imprägniert und dadurch bekannt sind dass an manche Punkte an der Erdoberfläche Uranlagerstätte Bilden.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Georgescu, D. *Theoretische Erwägungen und praktische Untersuchungen in Verbindung mit der Schwimm-Aufbereitungsfähigkeit der Erze*

Der Verfasser trägt eine Serie von Untersuchungen vor, in Verbindung mit einige Abschätzungsmethoden für die schwimmaufbereitungsfähigkait der Erze.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Mihail, Cr. *Die Anwendung der Resistivimetrie in der Hydrogeologie*

Man beschreibt eine Serie von Probleme der Hydrogeologie gelöst durch geophysikalischen Messmethoden der Resistivität der Gesteine, ebenso wie die Bestimmung der Tiefe und Dicke der wassertragende schichten, gelöst durch dieselbe Methode.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Nachrichten

Auskünfte

SOMMAIRE

Vernescu, Al. et Popa, Gh. C. *L'utilisation de la simulation statistique dans le calcul des gisements de pétrole et gaz*

Après des considérations sur l'application de la simulation statistique dans l'estimation des gisements, on présente un exemple d'utilisation de la méthode Monte Carlo dans le calcul de l'intervalle de confiance, dans les limites duquel se trouvent les réserves géologiques initiales d'un gisement de pétrole.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Pârvulescu, N. *Le flambage des tubes d'extraction et des tiges creuses au pompage profond*

En présentant le cas particulier où on néglige le poids propre, par la méthode du travail méchanique, dans la deuxième partide l'article on analyse la répartition des charges dans le flame bage des tubes sous l'action de la pression intérieure en deux cas: des tiges creuses et des tubes d'extraction. On commente les moyens d'écarter les effets nuisibles du flambage.

Mine, Petrol şi Gaze vol. 26, nr. 12, 1975

Andronescu Anişoara et Ene, I. *Quelques aspects de la géochimie de l'uranium dans les granits*

On présente les concepts actuels concernant la géochimie de l'uranium, et par la suite, on développe la corrélation entre les données théoriques et les résultats pratiques obtenus par l'étude de quelques roches granitiques imprégnées de minérais uranifères, dont on connait qu'elles forment des gisements d'uranium dans quelques régions du monde.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Georgescu, D. *Considérations théoriques et recherches expérimentales sur l'évaluation de la flottabilité des minérais*

On présente une série de recherches en ce qui concerne les méthodes d'évaluation de la flottabilité des minérais.

Mine. Petrol şi Gaze, vol. 26, nr. 12, 1975

Mihail, Cr. *Application de la résistivimètrie dans la hydrogéologie*

L'auteur présente une série de problèmes de hydrogéologie solutionnés à l'aide des méthodes géophysiques de mesure de la résistivité des roches, ainsi que la détermination de la profondeur et l'épaisseur des nappes aquifères, déterminés par la même méthode.

Mine, Petrol şi Gaze, vol. 26 nr. 12, 1975

Informations

Nouvelles

Dr. ing. **Al. Vernescu** şi
dr. ing. **C. Gh. Popa**

Utilizarea simulării statistice în ingineria zăcămintelor de petrol şi gaze

I. Introducere

În activitatea de evaluare a zăcămintelor de hidrocarburi fluide, specialiştii sînt confruntaţi cu problemele de estimare cantitativă a diferiţilor parametri, care intervin ca date de intrare în formulele de calcul corespunzătoare modelelor matematice folosite. Faţă de complexitatea deosebită a condiţiilor naturale şi a condiţiilor în care se operează, faţă de cantitatea şi calitatea informaţiilor utilizate, faţă de ipotezele care stau la baza diferitelor metode de prelucrare a informaţiilor, este de aşteptat ca rezultatele calculelor de evaluare să fie numai estimatori ai realităţii. Este deci de aşteptat ca estimatorii să difere de realitate, ca regulă generală; această situaţie implică un anumit risc în luarea deciziilor. Evaluarea riscului, după cum se arată în literatura de specialitate, se poate face prin determinarea intervalului de încredere în limitele căruia, pentru un nivel de probabilitate dat, se află şi valoarea „reală" a indicatorului căutat, valoare „reală" faţă de stadiul de cunoaştere realizat.

II. Asupra incertitudinii în evaluarea zăcămintelor

Investigarea unui zăcămînt pentru determinarea unui anumit parametru (porozitate, permeabilitate etc.) este o operaţie de eşantionare a populaţiei, constituită din totalitatea valorilor acestui parametru în zăcămîntul dat. Fie cazul în care, atît variaţia valorilor parametrului în interiorul zăcămîntului, cît şi amplasarea „punctelor" în care s-a efectuat investigarea sînt întîmplătoare, astfel că nu există nici o legătură între locurile de recoltare a probelor (de teren de exemplu) şi valorile obţinute la măsurare. Eşantionul de valori obţinute se va caracteriza printr-o distribuţie de frecvenţe specifică parametrului analizat în zăcămîntul dat. Distribuţia de frecvenţe, corespunzătoare informaţiilor disponibile la un moment dat, indică probabilitatea, dar nu certitudinea cu care pot apărea diferitele valori, între limitele minimă şi maximă de variaţie. Diferenţa statistică de la model (eşantionul aleator de valori) la realitatea simulată (populaţia de valori din zăcămînt) de acesta devine posibilă recurgînd la teoria probabilităţilor, în condiţiile cînd volumul de selecţie este destul de mare.

Practica cercetării multor zăcăminte a arătat că, în cadrul fiecăruia din zăcămintele analizate, funcţia normală de distribuţie aproximează de o manieră satisfăcătoare distribuţiile empirice, obţinute prin eşantionare pentru porozitatea efectivă, saturaţia în apă interstiţială, raportul „grosime efectivă/grosime totală de strat", în timp ce funcţia de distribuţie log-normală aproximează, în mod satisfăcător, distribuţia empirică a permeabilităţii absolute. De aceea, chiar dacă amplasarea „punctelor" de colectare a probelor nu este întîmplătoare, dar — în linii mari — aceste „puncte" sînt repartizate practic pe întreaga zonă supusă cercetării, se admite că un eşantion de valori reprezintă un model reprezentativ al populaţiei de origine, dacă distribuţia empirică a frecvenţelor de apariţie a diferitelor valori poate fi aproximată printr-o funcţie teoretică de distribuţie sau repartiţie, verificată prin experienţă ca fiind caracteristică parametrului de zăcămînt analizat.

Evident, labilitatea modelului faţă de realitatea simulată rămîne mereu actuală în problemele de evaluare a zăcămintelor şi nu se rezumă numai la principalele caracteristici ale rocii magazin [9]. Fie, de exemplu, modelul zonei productive a unui zăcămînt. Volumul acestuia, aşa cum va rezulta ca urmare a geometrizării zonei productive, va fi influenţat de calitatea şi cantitatea datelor primare disponibile, dar şi de interpretarea acestor date, respectiv de personalitatea specialistului; convenţiile uzuale adoptate la trasarea faliilor neinterceptate de sonde, la admiterea variaţiei liniare a formei structurale între două izobate succesive, la interpretarea rezultatelor probelor de producţie, la estimarea grosimilor efective etc., vor afecta în consecinţă în mod fortuit volumul modelului elaborat.

În ce priveşte volumul lucrărilor de cercetare a unui zăcămînt, acesta trebuie limitat din considerente de ordin economic. În principiu, acest volum trebuie limitat la numărul de lucrări strict necesar pentru a asigura o cunoaştere corespunzătoare unui risc pe cît posibil mai mic.

Orice eroare comisă la determinarea diferitelor caracteristici ale zăcămintelor se repercutează asupra rezultatelor indicatorilor estimaţi folosind caracteristicile amintite; asemenea erori sînt aferente atît mijloacelor utilizate pentru investigare, cît şi modului de prelucrare a informaţiilor obţinute. Ca urmare, trebuie asigurată obţinerea unor informaţii, care să nu fie afectate de erori sistematice şi grosolane; nu este hazardat să se considere că, în ce priveşte informaţiile primare, calitatea primează asupra cantităţii.

Apare deci evident că cunoaşterea zăcămintelor nu poate fi considerată completă nici

măcar în etapele avansate de dezvoltare a cercetării și exploatării. În mod fortuit, deciziile privind o serie de aspecte în dezvoltarea exploatării, trebuie luate în condiții de incertitudine, care se cer a fi evaluate la nivelul informațiilor existente despre zăcămînt, tehnologia de exploatare etc.

Metoda Monte Carlo [4] este o tehnică de simulare statistică pentru soluționarea unor probleme cu caracter probabilistic. La ora actuală, se poate vorbi despre metoda Monte Carlo prin care : se simulează certul prin aleator, se simulează aleatorul prin aleator [1].

Cu ajutorul primului tip de metode, se pot calcula integrale multiple, se pot rezolva ecuații diferențiale etc.

Cu ajutorul celui de al doilea tip de metode pot fi rezolvate probleme de calcul al distribuției unei funcții de variabile aleatoare, inclusiv determinarea intervalului de încredere. O problemă tipică de acest fel este calculul rezervelor geologice inițiale ale zăcămintelor de hidrocarburi fluide [11, 5, 6, 10]. Aplicarea simulării statistice poate fi extinsă în ingineria de zăcămînt și pentru evaluarea unor indicatori, care depind și de tehnologia de exploatare a zăcămîntului (rezerve recuperabile, durata exploatării, investiții, cheltuieli etc.) [2, 3, 7].

Fie cazul calculării rezervelor geologice inițiale prin metoda volumetrică. Introducerea în formulele de calcul a valorilor medii ale parametrilor, respectiv a mediilor de selecție ale eșantioanelor obținute la investigarea zăcămintelor nu conduce cu necesitate la determinarea celei mai probabile valori ale rezervelor. Unui asemenea calcul, în care intervin parametri cu caracter statistic, i se poate reproșa faptul că nu prezintă semnificație statistică; într-adevăr, asemenea calcul nu ține seamă și nu reflectă influența dispersiilor eșantioanelor. Din același punct de vedere, anume statistice, nici rezultatele calculelor executate în ipotezele extreme, nu pot fi considerate satisfăcătoare căci este improbabilă realizarea simultană numai a valorilor celor mai favorabile sau numai a celor mai defavorabile. Pentru ca rezervele calculate cu formule în care intră parametri caracterizați prin diferite distribuții de frecvențe, deci prin diferite grade de incertitudine, să fie statistic semnificative, trebuie să se recurgă la simularea statistică.

III. Algoritmul de utilizare a metodei Monte Carlo în evaluarea rezervelor geologice inițiale

După cum s-a menționat, metoda Monte Carlo, aplicată la calcularea rezervelor unui zăcămînt, este o tehnică de modelare statistică, permițînd calcularea repartiției funcțiilor N (rezervele geologice inițiale de petrol), G (rezervele geologice inițiale de gaze libere sau de gaze din capul inițial de gaze), Nr_0 (rezervele geologice inițiale de gaze dizolvate), funcții de variabilele aleatoare A (suprafața productivă), h_{tot} (grosimea totală a stratului), h_{ef} (grosimea efectivă a stratului), p (porozitatea), S_{ai} (saturația în apă interstițială), r_0 (rația inițială

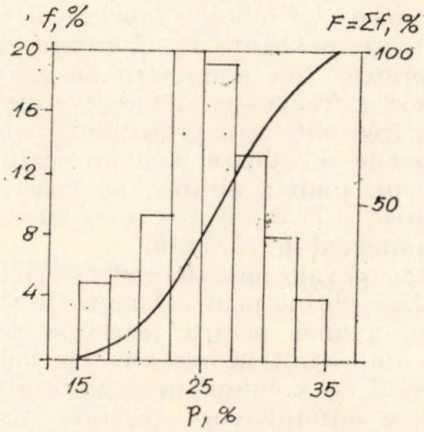


Fig. 1. Histograma distribuției porozității, p:
f – frecvența; F – frecvența cumulativă.

de soluție a gazelor în țiței) etc. Soluția problemei se obține printr-un procedeu de căutare la întîmplare și are la bază legea numerelor mari.

În rezolvarea problemei, prima etapă constă în determinarea distribuției empirice a valorilor fiecăruia din parametrii care intervin în calculul rezervelor prin metoda volumetrică, variabilele considerate aleatoare. Aceste distribuții rezultă din analiza statistică a datelor primare. Pentru A, h_{tot} ș.a., în funcție de datele existente, se pot admite distribuții uniforme, de diferite amplitudini. Pentru factorul de volum și greutatea specifică a țițeiului, pentru rația inițială de soluție, se pot admite distribuții uniforme de amplitudini nule, deci valori constante. Pentru porozitate și saturații în apă interstițială se pot admite distribuții triunghiulare, mai mult sau mai puțin simetrice, cînd numărul de date este prea redus pentru a construi histograme [10].

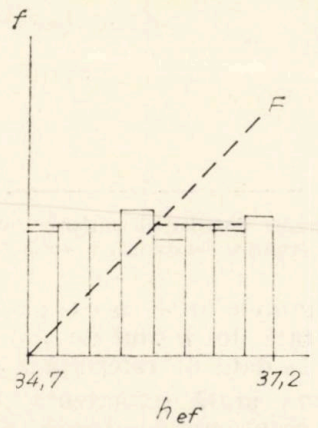


Fig. 2. Histograma distribuției grosimii efective, h_{ef}, m:
probabilitatea uniformă admisă cu amplitudinea 34,7-37,2.

A doua etapă constă în generarea unui set de numere aleatoare, pozitive și subunitare, pentru fiecare parametru de zăcămînt în parte. Fiecare din seturile astfel generate trebuie să aibă același volum. Pentru a nu mai fi necesară verificarea caracterului aleator al fiecărui set de numere, se folosesc tabelele de numere întîmplătoare publicate în literatură [8, 12]. Pentru oricare din parametrii de calcul, fiecărei valori a frecvenței cumulative din distribuția de frecvențe sau probabilități stabilită, îi corespunde o valoare bine precizată. Deci, generînd un număr aleator, se generează în mod indirect și la întîmplare o valoare a variabilei, parametrul de zăcămînt.

Introducînd valorile astfel generate în formula de calcul, se obține pentru funcția de variabile aleatoare, anume pentru rezervele geologice inițiale — un eșantion aleator, cu volum de selecție egal cu volumul fiecăruia din seturile de numere întîmplătoare generate. Capul de tabel de mai jos arată ordinea de efectuare a calculelor pentru stabilirea eșantionului de valori ale rezervelor, corespunzător distribuțiilor de frecvențe și probabilități admise.

Ca urmare, utilitatea calculatoarelor electronice numerice în calculele de estimare a rezervelor prin metoda Monte Carlo este deosebită. În lucrarea [10], se redă un program elaborat în acest scop.

Se subliniază că aplicarea simulării statistice pentru calculul rezervelor nu diminuează cîtuși de puțin rolul esențial al analizei geologice și tehnice a datelor primare; din contră, importanța obținerii și apoi a analizei datelor primare de calitate corespunzătoare se accentuează.

IV. Aplicație numerică

În cele ce urmează, se redau rezultatele aplicării algoritmului prezentat mai sus pentru estimarea rezervelor geologice inițiale de țiței ale unui zăcămînt, lipsit de cap inițial de gaze. La data de referință pentru care se calculează rezervele, N, respectiv la stadiul de cunoaștere realizat prin investigarea zăcămîntului, se cunosc următoarele:

Suprafața productivă poate fi cuprinsă în limitele $1{,}574 \cdot 10^6 m^2$ și $1{,}827 \cdot 10^6 m^2$. Limitele menționate au fost stabilite pe baza posibili-

Nr. aleator	A m^2	Nr. aleator	h_{ef}, m	Nr. aleator	p, fracție zecimală	Nr. aleator	$1-S_{ai}$, fracție zecimală	Nr. aleator	$\frac{I}{b_t}$	$N = Ah_{ef}\, p(1-S_{ai})\, \frac{1}{b_t}$, m^3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)=(2)(4)(6)(8)(10)

În a treia etapă de rezolvare a problemei, se trece la interpretarea statistică a acestui din urmă eșantion. Se stabilesc estimatorii distribuției normale obținute: valoarea cea mai probabilă, valoarea medie de selecție, abaterea standard. Pentru un nivel dat de probabilitate, se calculează intervalul de încre-

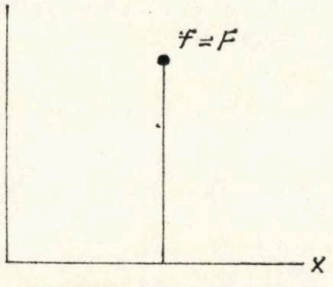


Fig. 3. Histograma distribuției uniforme de amplitudine zero (valoare constantă) a variantei x.

dere, deci limitele între care se găsește valoarea rezervelor, față de stadiul de cunoaștere a zăcămîntului la data de referință a estimării.

După cum arată experiența, volumul de selecție a eșantionului aleator al rezervelor trebuie să fie de ordinul a 2 000 — 3 000 valori.

tăților de variație a poziției faliilor, care delimitează suprafața de interes. Deoarece oricare dintre valorile cuprinse în acest interval are aceeași șansă de a fi găsită în realitate, s-a admis pentru suprafața productivă o distribuție uniformă.

Față de histograma obținută, grosimea efectivă măsurată în sonde poate fi aproximată ca avînd o distribuție uniformă de probabilitate, cu amplitudinea cuprinsă între 34,7 și 37,2m.

Histogramele construite pentru porozitate și saturația în apă interstițială arată că distribuțiile empirice aferente pot fi aproximate prin funcții normale de repartiție. Valorile calculate ale estimatorilor distribuțiilor sînt 0,269 și 0,21 pentru medie 0,0431 și 0,053 pentru abaterea standard.

Analizele PVT au indicat pentru factorul de volum al țițeiului la presiunea de saturație și temperatura de zăcămînt valorile cuprinse între 1,118 și 1,122. Ca urmare, s-a admis și pentru acest parametru o distribuție de probabilitate uniformă între valorile limită menționate.

Generarea numerelor aleatoare s-a făcut pe baza tabelelor publicate în literatura de specialitate. În același scop, poate fi folosit și programul redat în lucrarea [10], ca subpro-

gram în situaţia că algoritmul prezentat în capitolul anterior se rezolvă la un calculator numeric. În vederea evidenţierii efectului legii numerelor mari, calculele au fost efectuate pentru patru volume de selecţie ale funcţiei de distribuţie a rezervelor geologice iniţiale : 300, 500, 1000 şi 2000 de valori.

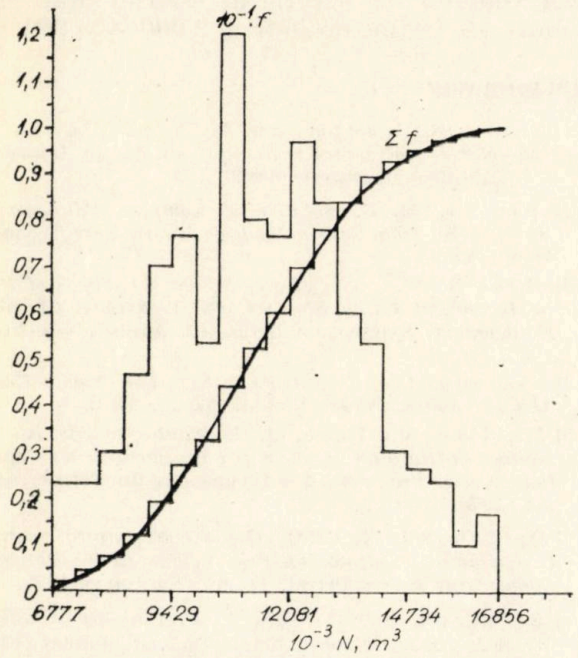


Fig. 4. Curba de distribuţie a rezervelor geologice iniţiale de ţiţei pentru un volum de selecţie de 300 de valori :
numărul de clase, 19 ; deviaţia standard $\sigma = 114{,}35 \times 10^3 m^3$;
rezerva medie $\bar{N} = 11465 \times 10^3 m^3$.

Pentru interpretarea statistică a eşantionului aleator de valori ale rezervelor, fiecare selecţie a fost împărţită în clase de intervale egale. Numărul de clase n a fost determinat cu formula lui Sturges. În figurile 4 şi 5 sînt redate

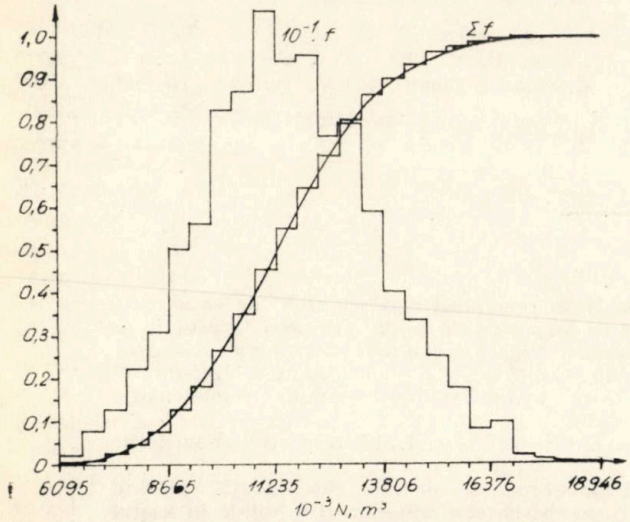


Fig. 5. Curba de distribuţie a rezervelor geologice iniţiale de ţiţei pentru un volum de selecţie de 2 000 de valori :
numărul de clase, 25 ; deviaţia standard $\sigma = 81{,}92 \times 10^3 m^3$;
rezerva medie, $\bar{N} = 11562 \times 10^3 m^3$.

histogramele corespunzătoare distribuţiilor de frecvenţe în cazurile cînd volumele de selecţie sînt 300 respectiv 2 000 valori. Ca şi în celelalte cazuri, cînd volumele de selecţie au fost 500 şi 1 000 valori, distribuţiile de frecvenţe pot fi aproximate prin distribuţii normale. S-a calculat intervalul de încredere, în care se află media „reală" a populaţiei de valori a rezervelor pentru fiecare volum de selecţie în parte. În stadiul de cunoaştere realizat, media „reală" N^* va avea orice valoare între limitele $\bar{N} - a$ şi $\bar{N} + a$. S-a notat cu $\bar{N}$ media de selecţie a eşantionului şi cu a raportul :

$$a = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} t,$$

unde σ este abaterea standard a eşantionului

$$\sigma = \sqrt{\frac{(N - \bar{N})^2}{n}}$$

iar t este un coeficient care pentru un nivel de probabilitate de 95% are valorile 2,09, 2,04, 1,96, după cum $n = 20$, $n = 30$ respectiv $n = \infty$.

Din figura 6 se constată că, odată cu creşterea volumului de selecţie, media $\bar{N}$ tinde să se stabilizeze, iar raportul $a/\bar{N}$ se micşorează. În consecinţă, cu creşterea volumului de selecţie creşte şi certitudinea asupra valorii medii determinate.

La stadiul de cunoaştere realizat pentru acest zăcămînt, pentru un volum de selecţie de 2000 variante, rezervele geologice iniţiale de ţiţei pot varia în jurul mediei de selecţie ($\bar{N} = 11{,}562 \cdot 10^6 m^3$) cu $\pm 33{,}83 \cdot 10^3 m^3$, la un nivel de probabilitate de 95%. În consecinţă,

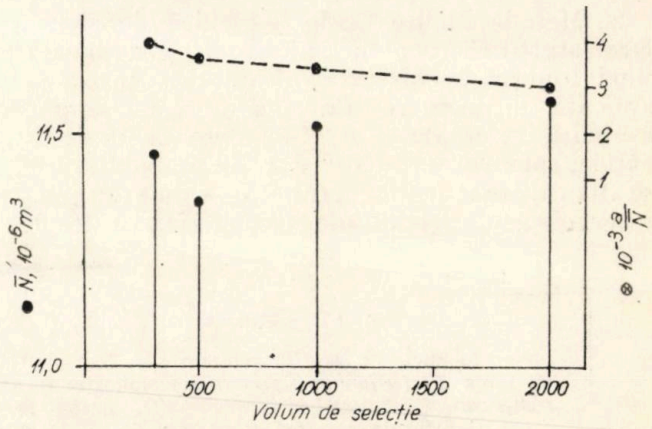


Fig. 6. Variaţia cu volumul de selecţie a valorilor medii ale rezervelor şi a raportului a/N.

există numai o şansă de 5% ca rezervele „reale", N^*, ale modelului de zăcămînt să aibă valori diferite de cele înscrise în limitele

$$11{,}528 \cdot 10^6 m^3 < N < 11{,}595 \cdot 10^6 m^3,$$

În cazul expus, intervalul de încredere este destul de mic, datorită valorilor mici ale dispersiilor porozității și saturațiilor în apă interstițială, datorită valorilor mici ale amplitudinilor distribuțiilor admise pentru grosimea efectivă și factorul de volum. În practica evaluării zăcămintelor se întîlnesc cazuri cînd dispersiile și amplitudinile aferente distribuțiilor posibil de admis au valori sensibil mai mari; ca urmare, intervalul de încredere al rezervelor crește în mod corespunzător, putînd ajunge la valori care trebuie neapărat luate în considerare pentru a adopta decizii privind lucrările necesare dezvoltării exploatării. Prin convenție, se poate adopta cifra reprezentînd media de selecție, $\bar{N}$, pentru a fi înscrisă în evidențele privind rezervele geologice inițiale.

Dacă în formula de calcul al rezervelor geologice prin metoda volumetrică, s-ar introduce valorile medii aritmetice ale parametrilor, atunci se obține $N = 11{,}599 \cdot 10^6 m^3$. Această valoare este practic egală cu limita maximă a valorii din intervalul de încredere determinat folosind simularea statistică în exemplul de mai sus.

Concluzii

1. Întrucît în evaluarea zăcămintelor de hidrocarburi fluide se folosesc funcții de variabile cu caracter statistic, valorile calculate ale acestor funcții, de exemplu, rezervele trebuie să fie statistic semnificative. Calculele trebuie să permită evidențierea riscului aferent admiterii unei valori a funcției.

2. Metoda Monte Carlo — tehnică de simulare statistică pentru calcularea distribuției unei funcții de variabile aleatoare — poate fi aplicată în ingineria de zăcămînt, în scopul evaluării intervalului de încredere în limitele căreia, pentru un nivel dat de probabilitate, se află valoarea „reală" a funcției — de exemplu, rezervele geologice inițiale. Caracterizarea drept „reală" a valorii este valabilă numai pentru modelul de zăcămînt elaborat. Cu cît modelul simulează mai corect realitatea, cu atît și valoarea „reală" va fi mai apropiată de indicatorul exprimat prin intermediul funcției.

3. Numărul de variante de calcul al rezervelor geologice inițiale funcție de variabile aleatoare, deci volumul de selecție al eșantionului, este indicat să fie de ordinul a 2 000 — 3 000.

BIBLIOGRAFIE

[1] Faure, R., Kaufmann, A., Denis-Papin, M. *Îndreptar de matematică modernă* (trad. din lb. franceză). Ed. științifică, București, 1969.

[2] Finley, H. F. *Solution of Complex Management Problems by Total System Analysis*, Journ. Petr. Technol., March 1969.

[3] Hess B. W., Quigley, H. A., *Analysis of Risk in Investment Using Monte Carlo Technique*, Chemical Engineering, Symposium Series 42, AIChE, New-York, 1963.

[4] Metropolis, N., Ulam S., *The Monte Carlo. Method.* Journ. Amer. Statist. Assoc., 1949.

[5] Mollier, M., Pére, J. *Evaluation probabiliste des réserves in-situ d'un gisement par une methode de simulation*, Assoc. Française des Techniciens du Pétrole, sept. oct. 1970.

[6] Pritchard. K. C. G. *Use of Uncertainity Analysis in Evaluating Hydrocarbon Pore Volume in the Rainbow-Zama Area.* Journ. Petrol. Techn., November 1970.

[7] Silbergh, M., Brons, F. *Profitability Analysis-Where Are we Now?* Journ. Petrol. Technol., January 1972.

[8] Sarapov, I. P. *Utilizarea statisticii matematice în geologie* (trad. din lb. rusă). Ed. tehnică, București, 1968.

[9] Vernescu, Al., Ioachimciuc, R., Nadler, H. *Ingineria zăcămintelor petrolifere.* Oficiul de documentare și publicații tehnice al Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei, București, 1972.

[10] Vernescu, Al. *Aplicabilitatea modelării statistice pentru calculul rezervelor de petrol și gaze și a gradului lor de certitudine.* Arhiva Comisiei Republicane de Rezerve Geologice, București, 1973.

[11] Walstrom, J. E., Macller, T. D., Mc Farlane, R. C., *Evaluating Uncertainity in Engineering Calculations* Journ. Petrol. Technol., December, 1967.

[12] Zorilescu, D. *Metode matematice de analiză și decizie în geologie și minerit*, Ed. tehnică, București, 1972.

INFORMARE

În zilele de 28—29 noiembrie a. c. a avut loc la Deva consfătuirea și schimbul de experiență cu tema *Perfecționarea proceselor tehnologice în uzinele de preparare, în scopul creșterii gradului de recuperare a substanțelor minerale utile, sporirii productivității muncii și reducerii costurilor de producție.*

Consfătuirea a fost organizată de secția mine-geologie din C.N.I.T. cu colaborarea Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei, Centralei minereurilor Deva, Uniunii sindicatelor mine-petrol-geologie și energie și Consiliului județean al sindicatelor Hunedoara.

La lucrări au luat parte 55 specialiști din cadrul ministerului, centralei respective și unitățile subordonate acestei centrale.

S-au prezentat 10 referate în cadrul tematicii fixate, după care au avut loc discuții privind activitatea complexă din cadrul unităților de preparare a substanțelor minerale utile solide, în scopul valorificării superioare a acestora.

Cu această ocazie s-a vizitat uzina de preparare Deva, inclusiv iazul de decantare și Institutul de cercetări și proiectări miniere Deva.

Dr. doc. **N. S. Pârvulescu**

Flambajul ţevilor de extracţie şi al prăjinilor tubulare la pompajul de adîncime*)

Ţevile de extracţie pot să flambeze longitudinal sub acţiunea presiunii interioare, la cursa ascendentă a pistonului, dacă sînt îndeplinite condiţiile critice. Prin flambarea ţevilor de extracţie se pot produce frecări prin atingerea ţevilor de prăjini şi, prin urmare, o uzură a materialului şi un consum de energie, ambele suplimentare şi nedorite.

La pompajul de adîncime, în cazul viiturilor de nisip, se folosesc uneori prăjini tubulare. Şi garnitura de prăjini tubulare poate să flambeze, sub acţiunea presiunii interioare, însă la cursa descendentă a pistonului, dacă sînt îndeplinite condiţiile critice, ceea ce limitează domeniul de întrebuinţare al acesteia [1].

I. Cazul particular în care se neglijează greutatea proprie

Un tub îndeajuns de subţire şi înfundat la capete (fig. 1), sub acţiunea unor forţe axiale de compresiune F_e, poate să flambeze longitudinal, în condiţiile critice. Introdus într-un fluid la presiunea p_e, astfel încît să avem :

$$F_e = p_e A_e = p_e \pi d_e^2 / 4 \qquad (1)$$

unde d_e este diametrul exterior al tubului, nu mai flambează, deoarece efectul presiunii exterioare laterale se opune flambajului. Cele două efecte : al presiunii pe funduri şi al presiunii laterale, se compensează total, din punctul de vedere al flambajului.

Dacă cel puţin la unul din capete, fundul este înlocuit cu un piston etanş, prin care apăsînd se creează o presiune interioară p_i (fig. 2), constatăm că în condiţiile critice tubul poate să flambeze, ca şi cum ar fi solicitat de o forţă de compresiune F_i, dată de expresia :

$$F_i = p_i A_i = p_i. \qquad (2)$$

Efectul presiunii pe funduri, în acest caz, nu se mai transmite tubului, fiind preluat de piston.

În cazul general (fig.3), unde tubul este supus la presiuni laterale interioare şi exterioare, expresiile (1) şi (2) devin :

$$F = p_i A_i - p_e A_e. \qquad (3)$$

Relaţia (3) am obţinut-o pe două căi [2] şi anume :

$I_{2.2.1}$ — metoda derivatei forţei tăietoare ;

$I_{2.2.2}$ — metoda lucrului mecanic.

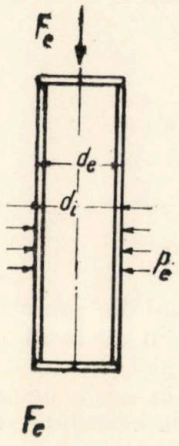


Fig. 1

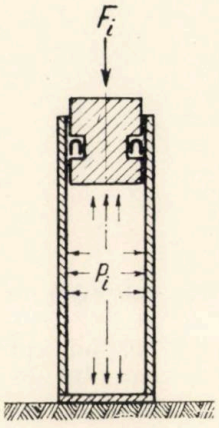


Fig. 2

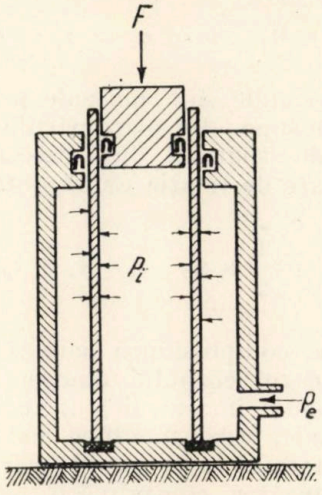


Fig. 3

Dînd preferinţă metodei energetice, ca fiind mai interesantă şi elocventă — întrucît explică fenomenul — o redăm pe aceasta din urmă.

Metoda lucrului mecanic

Efectul presiunilor laterale p_e şi p_i, conform relaţiilor lui Poisson [3] este de a lungi tubul după direcţia axei, ca şi cum ar fi întins cu un efort unitar σ_{red} dat de expresia :

$$\sigma_{red} = -\mu (\sigma_r + \sigma_t) \qquad (4)$$

în care σ_r, σ_t sînt tensiunile după direcţiile, respectiv a razei şi tangentei, iar μ este coeficientul lui Poisson.

* Prelegere ţinută la Centrul de perfecţionare al Ministerului Minelor, Petrolului şi Geologiei, Cîmpina 18 iunie 1975.

Lucrul mecanic interior L_i este dat de relaţia :

$$L_i = L_v + L_f$$

$$L_v = \frac{\Theta}{2}\left(\frac{1}{E} - \frac{1}{3G}\right),$$

$$L_f = \frac{1}{2G}\left[\frac{\Theta}{3} + \Sigma(\tau_x^2 - \sigma_y\,\sigma_z)\right] \qquad (5)$$

în care :

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)}, \qquad \Theta = \sigma_x + \sigma_y + \sigma_z$$

L_v este lucrul mecanic care modifică volumul ;
L_f — lucrul mecanic care modifică forma ;
E — modulul de elasticitate ;
G — modulul de alunecare ;
τ — tensiunea la forfecare ;
$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ — componentele tensiunii normale.

Scufundînd un corp omogen într-un lichid şi supunînd lichidul la presiunea p, neglijînd greutatea proprie, avem :

$$\tau = 0, \quad p = \sigma_x = \sigma_y = \sigma_z \qquad (6)$$

deoarece presiunile sînt normale pe suprafeţe şi corpul este supus din toate părţile la eforturi unitare egale (butoiul lui Pascal). Făcînd înlocuirile date de relaţia (5) se obţine :

$$L_v = 0, \quad L_v = \frac{1}{2}\,p\,\varepsilon_v, \quad \varepsilon_v = \varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z \qquad (7)$$

unde ε_v este compresiunea cubică.

Deci, în cazul corpului omogen şi izotrop supus la presiune într-un lichid, nu avem decît lucrul mecanic, care modifică volumul, fără să schimbe forma. Însă, lucrul mecanic exterior corespunzător comprimării cubice, conform experienţelor lui F ö p p l şi G r o t h [3] este total absorbit de lucrul mecanic interior de comprimare. Cu alte cuvinte, creşterea lucrului mecanic exterior, corespunzător comprimării cubice, nu depăşeşte creşterea lucrului mecanic interior (rezistent la compresiune), ca să avem condiţia instabilităţii :

$$\mathrm{d}\,L_e > \mathrm{d}\,L_i \qquad (8)$$

şi prin urmare tija se găseşte într-un echilibru stabil.

În acest caz (fig.4). efortul unitar axial nefiind de compresiune, nu poate să apară flambajul, decît dacă tija s-ar coborî pentru ca să se reazeme pe talpă, cu o parte din greutatea proprie, în care caz diagrama ar căpăta aspectul din figura 5.

Aceste rezultate au fost verificate experimental.

Menţionăm că aceste rezultate contribuie la generalizarea teoriei lui H u b e r [3] în sensul că energia, care modifică numai volumul,

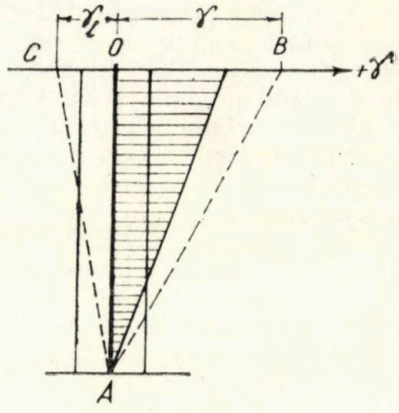


Fig. 4

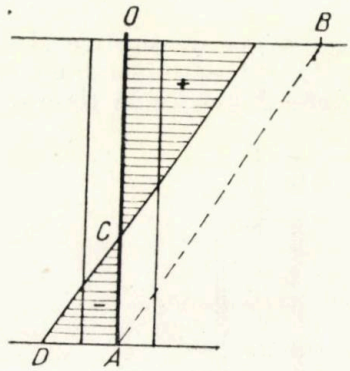


Fig. 5

este fără efect, nu numai din punctul de vedere al rezistenţei, dar şi din acela al flambajului, lărgind aplicarea energiei de deformare de la calculul de rezistenţă la acela de instabilitate, ceea ce se foloseşte la calculul coloanelor de burlane.

Avînd în vedere relaţiile (5), ultima relaţie (7) devine :

$$\varepsilon_v = \frac{1 - 2\mu}{E}\,\Theta \qquad (9)$$

şi înlocuind în (4) se obţine :

$$\sigma_{red} = \frac{-1}{2}\,(\sigma_r + \sigma_t - E\,\varepsilon_v). \qquad (10)$$

În acest caz, avînd îndeplinite condiţiile, (6), rămîn valabile şi relaţiile (7), cu consecinţele respective ; făcînd înlocuirile rezultă :

$$\sigma_{red} = \frac{-1}{2}\left(\sigma_r + \sigma_t - \frac{2E}{p}\,L_v\right) \qquad (11)$$

Făcînd abstracţie de L_v în relaţia (11), adică de ε_v în relaţia (10), ca fiind fără efect din punctul de vedere al flambajului*, obţinem valoarea efortului unitar de flambaj σ_f:

$$\sigma_f = \frac{-1}{2}(\sigma_r + \sigma_t) \tag{12}$$

care este susceptibil să facă bara să flambeze.

Ţinînd seama de formulele Lamé şi Clapeyron [4]

$$\sigma_r = \frac{-1}{r_e^2 - r_i^2}\left[r_e^2\, p_e\left(1 - \frac{r_i^2}{r^2}\right) + r_i^2\, p_i\left(\frac{r_e^2}{r^2} - 1\right)\right] \tag{15}$$

$$\sigma_t = \frac{-1}{r_e^2 - r_i^2}\left[r_e^2\, p_e\left(1 + \frac{r_i^2}{r^2}\right) - r_i^2\, p_i\left(\frac{r_e^2}{r^2} + 1\right)\right]$$

unde r_e, r_i sînt razele exterioară şi interioară ale tubului, relaţia (12) devine:

$$\sigma_f = \frac{r_e^2\, p_e - r_i^2\, p_i}{r_e^2 - r_i^2} = \frac{F_e - F_i}{A_e - A_i}. \tag{16}$$

Pentru $p_i = 0$ se obţine relaţia (1), pentru $p_e = 0$ se obţine relaţia (2) şi deci în cazul general se obţine relaţia (3).

Dacă $p_e = 0$, tubul este susceptibil să flambeze ca şi cum ar fi supus la o forţă de compresiune dată de relaţia (2).

Dacă $p_i = 0$, presiunile laterale exterioare au acelaşi efect de a se opune flambajului ca o tracţiune, a cărei valoare este dată de relaţia (1).

Dacă $p_i = p_e$, presiunile laterale se opun flambajului ca o tracţiune:

$$F = p(A_e - A_i) \tag{17}$$

Acesta este cazul garniturii prăjinilor de foraj suspendată în fluidul de foraj (fără să atingă talpa) şi supus presiunii hidrostatice. Aceasta se exercită pe de o parte pe capătul de jos, care dă o forţă de compresiune dată de relaţia (17), şi pe de altă parte pe suprafeţele laterale, al căror efect este de a se opune flambajului ca o forţă de tracţiune a cărei valoare este dată tot de relaţia (17).

Prin urmare, din punctul de vedere al flambajului, efectul presiunii pe capătul inferior şi acela de pe suprafeţele laterale se compensează total, dînd un efect rezultant nul.

Pornind de la acest corolar relaţia (3) *E.T.Uzumov* [5] face o expunere simplă şi clară a consecinţelor practice pentru foraj şi extracţie.

II. Flambajul ţevilor grele sub acţiunea presiunii interioare

Acţiunea presiunii interioare laterală, combinată cu sarcina repartizată, se întîlneşte în extracţia fluidului prin pompaj de adîncime în cele două exemple menţionate în introducere.

S-au acceptat anumite premise simplificatoare, cum este neglijarea eforturilor dinamice.

Adîncimile critice ale pompelor cu prăjini tubulare

Efectul presiunii laterale, din punctul de vedere al flambajului, apare în cazul pompelor de adîncime, după cum a observat prof. *G. Manolescu*, [6].

Ne referim la cazul în care spaţiul inelar dintre prăjini şi ţevile de extracţie sau coloana de burlane rămîne gol (fig. 6).

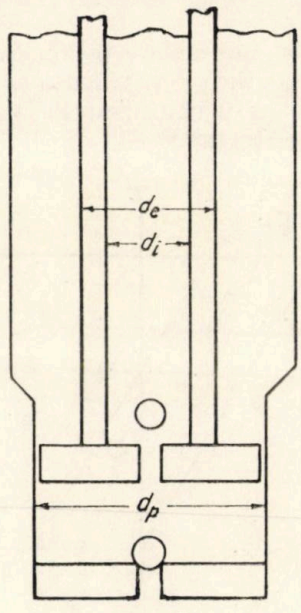


Fig. 6

Sarcina axială de compresiune F_0 de la capătul de jos al pistonului este dat de expresia:

$$F_0 = p_L(A_p - A_i). \tag{18}$$

---

* Aceasta nu înseamnă că $\mu = 1/2$ în relaţia (9) şi că avem de-a face cu materiale plastice, ci că L_v nu intervine în fenomenul flambajului. Nu trebuie să se facă această confuzie, după cum la calculul coloanelor de oţel la solicitări biaxiale se foloseşte formula:

$$\sigma_z^2 + \sigma_z\,\sigma_t + \sigma_t^2 = \sigma_1^2 \tag{13}$$

— unde σ_1 este rezistenţa compusă — şi care se bazează pe ipoteza lucrului mecanic de deformare maxim, nefolosindu-se formula:

$$\sigma_z^2 + 2\mu\,\sigma_z\,\sigma_t + \sigma_t^2 = \sigma_2^2 \tag{14}$$

care se bazează pe lucrul mecanic total maxim. Dacă facem $\mu = 1/2$ în relaţia (14) obţinem relaţia (13), dar aceasta nu înseamnă că burlanele de oţel, folosite în industria de petol, ar fi plastice, ci numai că la matrialele plastice $L_v = 0$ şi deci lucrul mecanic total este egal cu lucrul mecanic de deformare.

Presiunea hidrostatică interioară laterală intervine în acest caz, din punctul de vedere al flambajului, ca și cum țeava ar fi supusă la o sarcină echivalentă de compresiune dată de relația (2). Presiunea p_i este însă variabilă cu adîncimea dată de expresia :

$$p_i = \gamma_f (L - x) \tag{19}$$

unde :

γ_f este greutatea specifică a fluidului ;
x — înălțimea considerată față de nivelul pompei ;
L — adîncimea pompei.

Efortul N_x din țeavă, după direcția axei la înălțimea x, este :

$$N_x = q\,x - F_0, \quad q = \gamma(A_e - A_i) \tag{20}$$

unde γ este greutatea specifică a prăjinii tubulare.

Efortul combinat la flambaj N'_x este dat de relația :

$$N'_x = N_x - F_e \tag{21}$$

care, avînd în vedere relațiile precedente, devine :

$$N'_x = q'\,x - F'_0 \tag{22}$$

în care :

$$q' = \gamma(A_e - A_i) + \gamma_f A_i ; \quad F'_0 = \gamma_f A_p L.$$

Prin urmare, lucrurile se petrec ca și cum țeava ar avea o greutate echivalentă q' pe unitatea de lungime și ar fi comprimată la extremitatea inferioară de forța F'_0.

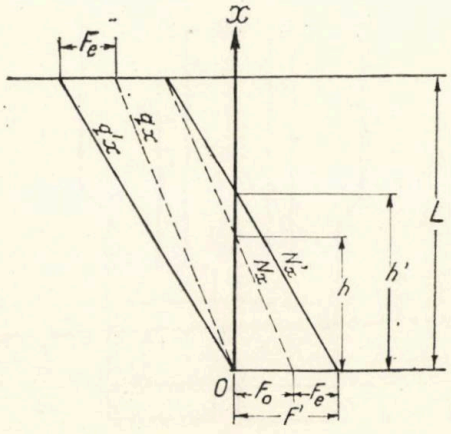


Fig.

Pe diagrama din figura 7 sunt trasate variațiile N_x și N'_x.

Pentru a găsi lungimea echivalentă h' a tijei, în care s-a ținut seamă și de efectul presiunii laterale, anulăm pe N'_x din relația (22) pentru $x = h'$ și făcînd înlocuirile, rezultă :

$$\frac{L}{h'} = \frac{A_i}{A_p}\left[1 + \frac{\gamma}{\gamma_f}\left(\frac{A_e}{A_i} - 1\right)\right] \tag{23}$$

unde h' este lungimea critică (de flambaj) dată de formula :

$$h' = c\sqrt[3]{EI/q'} \tag{24}$$

unde EI este rigiditatea prăjinii și c un coeficient, care depinde de felul legăturilor de la extremități. Pentru cazul cel mai labil (ambele capete articulate și cu deplasare laterală), avem $c = 1$.

În [2] este dat un tabel cu valori calculate, din care se vede că lungimile critice — chiar dacă s-ar folosi prăjini grele — (de ordinul a sute de metri) sînt prea mici față de adîncimile obișnuite ale sondelor.

Mijlocul eficace de a împiedica flambarea prăjinilor tubulare este acela de a umple cu fluid spațiul inelar din exteriorul prăjinilor.

Țevi grele de extracție pentru pompajul de adîncime

Se procedează (fig. 8 și 9) analog exemplului precedent și nu vom mai reproduce calculul, care se găsește în bibliografia citată, încît ne vom mărgini la cîteva observații și concluzii.

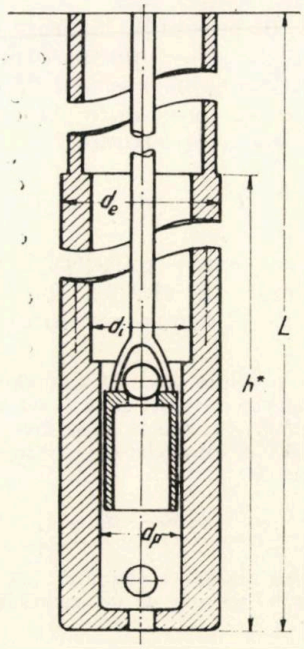


Fig. 8

Spre deosebire de relația (22), termenul al doilea din membrul al doilea schimbă de semn în valoarea absolută din cauza inversării inegalității :

$$A_p \gtrless A_i.$$

Făcînd aproximaţiile menţionate, neglijînd efectul de plutire γ_f/γ şi ultimul termen din paranteza pătrata (23), calculul se simplifică încît ultima relaţie (22) devine :

$$F_0' = A\,\gamma\,h^* = G_0$$

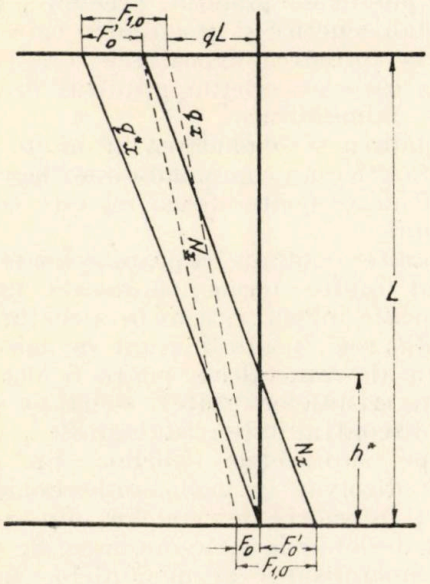


Fig. 9

unde G_0 este greutatea ţevilor grele comprimate (fig. 9).

În tabelul IV6 [2] se dau lungimile comprimate critice ale ţevilor de extracţie şi observăm că sînt prea mici faţă de adîncimile obişnuite ale pompelor.

Flambajul ţevilor este însă limitat pe pereţii coloanelor.

Cazurile citate de L u b i n s k i şi B l e n h a m [7] se referă la ţevi de 2 1/2 in, în coloana de 9 5/8 in, unde grosimea spaţiului inelar este considerabilă.

Uzura anormală poate să apară la anumite devieri ale axului sondei de la linia dreaptă, chiar fără buclajul datorit flambajului.

Acesta din urmă agravează situaţia.

Pentru înlăturarea flambajului se poate tensiona coloana ţevilor de extracţie : fie folosind ţevi grele după cum a propus J. A. S t i m s o n, [7] fie ancorînd ţevile de coloana de burlane (casing).

La ancorele obişnuite (de compresie), ţevile se atîrnă de coloană, pentru ca suplimentul de sarcină dat de greutatea lichidului la cursa descendentă a pistonului să nu lungească ţevile de extracţie şi să scurteze cursa pistonului.

Pentru realizarea unei tensiuni în ţevile de extracţie se poate folosi ancora de tensiune, care lucrează în sens contrar ancorelor de compresie şi din care cauză se prezintă un risc în extragerea acestora.

La aplicaţiile din tabelul IV 7 [2] s-au calculat dimensiunile prăjinilor grele, care pot fi folosite deasupra pompei în condiţiile precizate în tabel şi calculate cu formulele simplificate indicate.

În afara ţevilor grele de deasupra pompei se pot folosi şi dedesubtul pompei ca balast. Dacă lungimea eficace a ţevilor grele de deasupra pompei este limitată în fenomenul de flambaj, lungimea ţevilor grele de sub pompă nu sînt limitate decît de consideraţia de submersiune.

Din examinarea tabelului IV 7 [2] se constată că adîncimile mari necesită deasupra pompei prăjini grele cu diametrul exterior considerabil. În general, în coloana de extracţie nu este loc pentru asemenea ţevi grele, însă flambajul fiind limitat de coloană, săgeata buclei este limitată, ceea ce poate să nu afecteze prăjinile, cînd sonda este îndeajuns de rectilinie.

Se mai poate folosi, pe porţiunea comprimată echivalentă, ţevi mari în diametru — — cît permite coloana — încît să constituie un ghidaj.

Se înţelege că devierea sondei constituie un dezavantaj, care se agravează cu flambajul. Folosirea unei ancore de tensiune poate să fie preferabilă, deşi aceasta nu poate suprima efectul propriu-zis al devierii, ci numai al flambajului.

BIBLIOGRAFIE

[1] M u r a v i c o, I. M. şi C r î l o v, A. P. *Exploatarea zăcămintelor de ţiţei*. Ed. tehnică, 1950, p. 589.

[2] P â r v u l e s c u, N. *Mecanica tubului pentru foraj şi extracţie*. Ed. Academiei R.S.R., 1974, pp. 28 şi 35.

[3] F i l i p e s c u, G h. *Statica construcţiilor şi rezistenţa materialelor*. Imprimeria naţinală, Bucureşti, 1940, pp. 300 ; 310 ; 315.

[4] T e o d o r e s c u, C. C. *Curs de rezistenţa materialelor*. Imprimeria C.F.R., Bucureşti, 1945, p. 379.

[5] U z u m o v, E. T. *Influenţa presiunii interioare şi exterioare asupra stabilităţii longitudinale a tuburilor*. Neftianoe hoziaistvo, nr. 10, 1969.

[6] P â r v u l e s c u, N. *Flambajul ţevilor sub acţiunea presiunilor laterale. Studii şi cercetări de mecanică şi metalurgie*. Acad. R.P.R., 1953.

[7] L u b i n s k i, A. şi B l e n h a m, K. A. *Buckling of Tubing in Pumping wells Its au Means for Controling it J.P.T.*, martie 1937.

Dr. **Andronescu Anişoara** şi geol. **Ene Iulian**

Centrul de cercetări şi proiectări pentru metale radioactive — Bucureşti

Unele aspecte ale geochimiei uraniului în granite

Starea fizică a materiei care a dat naştere granitelor, precum şi a aceleia care a generat mineralizaţiile uranifere este mult discutată şi controversată (P. Routhier 1963).

După cum se cunoaşte, uraniul se poate acumula şi fixa în minerale şi roci de origine şi compoziţie variabile, dispersia şi concentrarea sa corespunzînd unei vaste repartiţii geologice.

Originea diversificată a depozitelor uranifere este explicată şi de proprietăţile fundamentale ale uraniului care este, în primul rînd, un element radioactiv. Principalele proprietăţi ale uraniului sînt: radioactivitate, raza atomică mare, polivalenţă, mare radioactivitate chimică, solubilitate şi mobilitate.

În explicarea fenomenelor de fixare şi mobilitate sînt luate în consideraţie şi electronegativitatea (1,3 eV), polarizabilitatea, adsorbţia, chimsorbţia, izomorfismul, diadochia, toate în strînsă legătură cu fenomenele geologice ale zonelor la care ne referim. Mobilitatea uraniului este explicată prin trecerea rapidă a uraniului tetravalent în uraniu hexavalent, aceasta datorită punţilor de oxigen dintre ionii cu aceeaşi sarcină, în particular cînd concentraţia de ioni $(UOH)^{3+}$ este ridicată (P. Pascal 1960).

În general, complexitatea proprietăţilor chimice ale acestui element provine din faptul că în diverşii compuşi chimici angajează în legăturile cu alţi atomi un număr variabil de electroni de valenţă. Deci structura sa electronică variază în funcţie de natura compuşilor pe care îi formează (prezenţa electronilor $5f$ — starea de oxidaţie).

Zăcămintele de uraniu localizate în granite pun probleme importante în cercetare privind două aspecte deosebite şi anume:

— originea şi modul de formare a granitelor;

— originea şi modul de acumulare a uraniului în granite.

Multitudinea părerilor exprimate în literatură privind problema granitelor şi, în special, a granitelor mineralizate, este justificată şi de faptul că granitele şi granodioritele însumează mai mult de 80% din totalitatea rocilor granulare acide.

Cu toate că rocile granitice au unele aspecte comune şi Wgart şi G. Sabatier (1959) şi H.G.F. Winkler (1960) au obţinut în laborator un lichid cu compoziţie granitică, totuşi fiecare granit în parte constituie „un caz particular", fapt care permite cercetătorului să aprecieze, pentru zona cercetată, evoluţia fenomenelor care au pus în loc granitul, precum şi fenomenele metalogenetice şi geochimice care au contribuit la formarea depozitelor uranifere; în cazul la care ne referim granitul însuşi este „ganga" mineralizaţiei.

Răspîndirea şi acumularea uraniului în terenurile granitice nu corespunde unor legi precise, dar nici nu se poate afirma că este conformă hazardului.

În granite se admite că uraniul poate apărea sub mai multe forme: minerale uranifere, uraniu poate înlocui cationi în structura mineralelor din roci, poate fi situat în defectele de structură ale mineralelor, poate fi adsorbit pe suprafaţa cristalelor, poate fi situat pe suprafeţele de discontinuitate cristalografică, poate fi situat pe suprafeţele fisurilor din cristale, poate fi dizolvat în incluziunile lichide existente în interiorul mineralelor din roci sau dizolvat în lichidele intergranulare. Se pare că cîmpul microfisural al mineralelor din roci, în strînsă legătură cu fenomenul sorbtiv constituie o bază de discuţie actuală în conceptele geochimice moderne privind fixarea elementelor în general şi în particular pentru uraniu.

În general, metalogenia granitelor este legată de granitele intrusive (en massifs circonscrits) unde un rol important l-au avut mineralizatorii sau agenţii de granitizare. Între zăcămintele granitice, zăcămintele hidrotermale şi unele filoane hidrotermale există o trecere gradată, manifestările hidrotermale putîndu-se prelungi pînă în fazele finale ale granitizării, formîndu-se mineralizaţii de tip impregnaţie sau stokwork. Introducerea de incluziuni ai compuşilor metalici este o amorsă a metalogeniei (Raguin 1957), iar soluţiile ascendente care-şi au originea în unele corpuri de magmă intrusivă ar fi putut contribui la formarea acestui tip de zăcăminte (W.H.Emons). Dar, este acceptată şi ideea că acumulări uranifere (metalifere) s-au produs concomitent cu formarea granitului cînd ionii metalici, în funcţie de raza şi sarcina lor ionică, sînt refuzaţi sau acceptaţi de mineralele granitice; din acest punct de vedere, cele mai apte roci sînt acelea bogate în cuarţ, deoarece acesta are valenţă mare, reţea seriată şi nu permite altor ioni să intre în reţea. În prezent se cunosc numeroase zăcăminte de uraniu, de impregnaţie în granite, şi acest mod de explicaţie pare a fi verosimil pentru unele cazuri.

Dar cum nu totdeauna uraniul urmează siliciul din punct de vedere geochimic, punctul

nostru de vedere, privind depozitul uranifer la care ne referim, este diferit și-l vom exprima în cele ce urmează.

Un aspect trebuie însă semnalat: starea finală — compoziția chimică-mineralogică a unei magme nu poate da indicații precise asupra compoziției inițiale a magmei însă conținutul de uraniu al unei roci granitice poate arăta evoluția unei serii complexe de fenomene care s-au produs simultan sau ulterior cristalizării în funcție de „simpatia geochimică" a uraniului pentru elementele rocii: posibilitatea de a intra în rețeaua mineralelor sau a fi respins și precipitarea și depunerea ca minerale independente. Pentru unele cazuri s-a încercat explicarea și a unor produși uraniferi în soluțiile interstițiale, acestea avîndu-și originea în soluțiile reziduale ale stadiului magnetic tardiv.

După cum am anunțat prin titlul lucrării, ne vom referi în unele aspecte ale geochimiei uraniului în granite. Dar pentru o mai bună înțelegere a punctului nostru de vedere vom arăta, foarte sumar, și unele concepte privind granitele, în general, și granitul nostru, în particular. Astfel: „granit este un nume colectiv unde se grupează tipuri foarte diverse în care chimismul și structura variază în proporții considerabile (N. Thoobald et A. Gana — — 1961)". Îl putem considera ca provenind din cristalizarea în condiții cinetice diferite a unei magme: faza lichidă formată din silicați în soluție apoasă și bioxidul de carbon în proporție determinată prin termodinamica lichidului silicatat. Variațiile compoziției chimice a rocilor ieșite din această magmă sînt o urmare a unei cristalizări fracționate, precum și a unei contaminări cu roci înconjurătoare. Fazele succesive într-un granit corespund unei activități a concentrației principalelor elemente, a presiunii, temperaturii, condițiilor termodinamice, orogenezei, precum și prezenței apei (a ionului (OH.) Reacția din roci, în care intervine ionul $(OH)^-$ este:

$$R \begin{cases} -OH \longrightarrow \\ -OH \longrightarrow \end{cases} R = O + H_2O$$

Toate elementele în prezența apei trec în soluție însă la o concentrație care corespunde echilibrului dintre faza apoasă și faza minerală, în momentul reorganizării.

Într-un granit sînt acceptate următoarele faze: cuarț, feldspat, mice, minerale accesorii și faza interstițială. Aceasta din urmă constituie o discontinuitate a atomilor între două cristale vecine sau cu alte cuvinte totalitatea fenomenelor care apar între fazele cristaline în contact. Pe suprafața unui cristal există, atît ioni, cît și molecule parțial orientate.cum ar fi: H_2O, CO_2, SiO_2, H^+, $(OH)^-$, Na^+, K^+.

S-a studiat fenomenul de pătrundere a apei în mediul cristalin, în cazul unui granit, pentru cuarț și feldspat:

$$\equiv Si-O-Si \equiv + H_2O \equiv Si-OH + OH-Si \equiv$$

$$\underset{\longleftarrow 2}{\overset{\longrightarrow 1}{}}$$

și

$$\equiv Si-O-Al \equiv \overset{+H_2O}{\underset{\longleftarrow 2}{\overset{\longrightarrow 1}{}}} \equiv Si-OH + OH-Al \equiv$$

În sensul *1* reacția permite deschiderea tetraedrilor SiO_4 sau AlO_4 și rearanjamentul ordine dezordine al atomilor de Al și Si; în sensul *2* eliminarea apei duce la echilibrul izotopic al atomilor de oxigen.

Mecanismul de difuzie în rețelele cristaline este dirijat de agitația termică a atomilor și de existența defectelor; în acest sens mecanica ondulatorie arată că este posibilă o trecere a atomilor de la o poziție stabilă la alta instabilă, chiar dacă energia atomului nu este superioară barierei de potențial pe care el trebuie să o depășească.

În general, pentru rocile granitice s-au putut observa unele caractere comune:

— remarcabilă omogenitate chimică a terenurilor granitice;

— toate granitele mineralizate sînt diferite unele de altele, fiecare avînd „ceva" specific;

— nu s-au putut stabili legi precise de distribuție și acumulare a elementelor utile în granite;

— la acestea mai adăugăm și părerea lui E. Raguin: „la géologie du granite est encore à une stade élémentaire. Nous avons le sentiment qu'elle se trouve à la base de deux autres sciences géologiques importantes l'orogénie et la géochimie de l'écorce", precum și părerea lui N.T. Theobald și A. Gana: „Les granites sembles entre un phènomene périodique lie aux orogénéses, leur formation même pourrait bien être un phénomene continu".

Granitul la care ne referim este un granit cu muscovit, zdrobit și intens transformat, astfel că actualele caractere mineralogice oglindesc raporturile chimice stabile în această etapă.

Neomineralele se acumulează preferențial pe verticală determinînd o zonalitate evidentă, caracteristică zăcămintelor hidrotermale. Depunerile recurente de minerale, în funcție de episoadele cinematice, arată o zonalitate poliascendentă: la suprafață apare argilizarea — sericitizarea apoi cloritizarea, silicifierea și carbonatarea — hematitizarea. Ultima zonă dă importanță economică, acestei mase granitice, deoarece aici se acumulează mineralele uranifere. Această zonă de granite „roșii" cuprinde o cantitate importantă de hematit care s-a pre-

cipitat și depus sau ca urmare a reacției redox dintre carbonații de $(UO_2)^{2+}$ și fierul bivalent din soluțiile hidrotermale sau prin alte mecanisme. În zonele de intensă radioactivitate, hematitul are uneori aureole radioactive determinate de uraniul adsorbit.

Dintre cele patru teorii discutate astăzi privind originea granitelor (granite rezultate prin diferențierea unei magme, granite ca termen ultim al metamorfismului regional, granite rezultate prin migmatizarea materialelor sedimentare și granite rezultate prin reacții în starea solidă), pentru cazul nostru admitem formarea rocii dintr-un fluid magmatic printr-un mecanism de diferențiere pe faze plecînd de la elemente sau oxizi. În masa granitică sînt observate frecvente separațiuni de fac'esuri granitice locale (în sens descriptiv).

În acest granit mineralizația uraniferă apare ca :

1 — mineralizație uraniferă hipogenă ;

2 — mineralizație uraniferă supergenă.

Mineralele uranifere hipogene — uraninitul și pechblenda — sînt răspîndite în masa granitică sub formă de incluziuni mărunte sau ca umplutură a fisurilor rocii.

Impregnația difuză a fost introdusă după consolidarea granitului în momentul cînd mișcări tectonice au produs stări de dezordine atomică în echilibrul mineralelor granitice ; afirmația este argumentată de faptul că numai granitul intens zdrobit este mineralizat.

În aceeași masă granitică au fost observate și sulfuri de plumb, zinc, cupru, precum și ilmenit și jordizit, toate avînd același mod de răspîndire ca și uraniul.

Mineralele supergene de uraniu apar exclusiv în fisurile rocii în parageneză cu depuneri recurente de cuarț ; aceste acumulări au aspect brecios.

În ansamblu, mineralizația uraniferă cercetată de noi își are originea în soluții hidrotermale.

Mecanismul de depunere a uraniului în acest tip de zăcăminte este reprezentat prin trei reacții principale și anume :

$$\text{I. } [UO_2(CO_3)_3]^{4-} \rightleftarrows (UO_2)^{2+} + 3CO_3^{2-}$$

$$HCO_3^- \longrightarrow OH^- + CO_2$$

$$HCO_3^- + SiO_2 \longrightarrow H_2SiO_3 + CO_2$$

S-a demonstrat în laborator că, cuarțul se depune simultan cu pechblenda, iar carbonatul rămîne în soluție.

A doua reacție chimică cunoscută pentru acele zăcăminte, unde apare și hematitul, este următoarea :

$$[UO_2(CO_3)_3]^{4-} + H_2O + Fe^{2+} \rightleftarrows UO_2 + Fe_2O_3 + 6H^+$$

A treia reacție chimică este următoarea : $UO_2OH^+ + H^+ + H_2O + 2e = U(OH)_4$ la o valoare a $Eh = 0{,}334 + 0{,}03 \log(UO_2OH)^+ - 0{,}03\ pH$ agentul reducător fiind pirita, hidrogenul sulfurat etc. Oxidarea sulfurilor se produce după reacția :

$$FeS_2 + 11H_2O - Fe(OH)_3 + 2SO_4^{2-} + 19H + 15\ e^- \text{ la un } Eh = + 0{,}412 + 0{,}008 \log(SO_4^{2-}) - 0{,}076\ pH.$$

Mecanismul chimic de depunere a mineralelor uranifere — tip oxizi de uraniu — trebuie încadrat în ansamblul fenomenelor tectogenetice, urmate de remobilizări, redistribuiri și redepuneri.

Dintre cele trei reacții principale exprimate mai sus, pentru cazul cercetat de noi este valabilă reacția de la punctul II, atît uranil-tricarbonatul, cît și fierul bivalent existînd în soluțiile hidrotermale mineralizatoare.

După cum am amintit mai sus, soluțiile interstițiale, care sînt soluții apoase, constituie o preocupare actuală a geochimiștilor pentru explicarea rolului lor în procesele metalogenetice. Vom arăta și părerea noastră privind existența uraniului în aceste soluții și dacă a putut contribui la formarea oxizilor de uraniu identificați în mineralizația pe care am cercetat-o. Într-o lucrare viitoare vom arăta și unele rezultate obținute în laborator privind această problemă.

Din punct de vedere teoretic se cunosc următoarele :

reacțiile uraniului în mediul acid :

$$U \rightarrow U^{3+} + 3e^- = -1{,}80\ V$$

$$U^{3+} \rightarrow U^{4+} + e^- = 0{,}61\ V$$

$$U^{4+} \rightarrow (UO_2)^{2+} + 2e^- = 0{,}334\ V \text{ (în soluție de HCl)}$$

$$U^{4+} \rightarrow (UO_2)^{2+} + 2e^- = 0{,}407\ V \text{ (în soluție de } H_2SO_4)$$

reacțiile uraniului în mediul bazic :

$$U \rightarrow U(OH)_3 + 3e^- = 2{,}17\ V$$

$$U(OH)_3 \rightarrow U(OH)_4 + 4e^- = -2{,}14\ V$$

$$U(OH)_4 \rightarrow UO_2(OH)_2 + H_2O + 2e^- = 0{,}62\ V$$

— U^{4+} în mediul acid reacționează cu : Fe^{3+}, Mn^{4+}, V^{5+}, Mo^{6+}, Cr^{6+}, ca reducători ;

— U^{6+} în mediul acid reacționează cu Cu^{2+}, Sn^{2+}, Ti^{3+}, V^{2+}, Cr^{2+} ca oxidanți ;

— U^{6+} în mediul bazic reacționează cu Fe^{2+} ca reducător.

Uraniul în soluție apoasă (deci și în soluțiile interstițiale) hidrolizează în funcție de pH, conform reacțiilor :

$$U^{4+} + H_2O \rightleftarrows U(OH)^{3+} + H^+$$

sau :

$$U^{4+} + 4OH - U(OH)_4 = 1{,}69 - 1{,}72\ pH$$

și :

$$(UO_2)^{2+} + 2OH \longrightarrow UO_2(OH)_2 = 4{,}24 - 4{,}26\ pH$$

sau, în general, :

$$qUO_2^{2+} + pH_2O \rightleftharpoons [(UO_2)_q\,(OH)_p]^{(2p-p)} + pH^+$$

Hidroliza ionului $(UO_2)^{2+}$ este mai complicată deoarece acesta este un radical liniar în care uraniul este legat de atomii de oxigen prin legături puternice covalente, iar uraniul hexavalent poate forma ușor compuși polinucleari de tipul : $[UO_2(OH)_2(UO_2)]_n^{2+}$. Reacția se produce așa cum a fost arătat mai sus.

Existența monomerului UO_2OH^+ este parțial precizată și în prezența apei poate produce următorii compuși polinucleari :

$$UO_2OH^+ + H_2O \longrightarrow UO_2(OH)_2 + H^+$$

$$UO_2OH^+ + UO_2(OH)_2 \rightleftharpoons [(HO-UO_2 \overset{N}{---} O - UO_2 - OH)]^+$$

sau exprimat sub forma unde pot fi văzute punțile de oxigen :

$$O_2H^+ -- O\boxed{H + HO} --^+UO_2 \rightleftharpoons [(O_2U - O - UO_2]^{2+} + H_2O$$

cînd mecanismul reacției este următorul :

$$2UO_2^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [(UO_2)_2OH]^{3+} + H^+$$

particulele de uranil particulele de uranil au caracter de cationi în soluție și nu au proprietăți acide.

Sînt cunoscuți și următorii compuși polinucleari :

$$U_2O_5^{2+},\ U_3O_8(OH)^+,\ U_3O_8(OH)_2,\ U_3O_8(OH)_3^-,\ U_3O_8(OH)_4^{2-}$$

care se pot forma în următoarele condiții :

$$2UO_2^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [(UO_2)_2O]^{2+} + 2H^+ \text{ și}$$

$$[(UO_2)_2O_2]^{2+} + UO_2^{2+} + H_2O \rightleftharpoons [(UO_2)_3O_2]^{2+} + 2H^+$$

$$U_3O_8^{2+} + H_2O \rightleftharpoons U_3O_8(OH)^+$$

$$U_3O_8(OH)^+ + H_2O \rightleftharpoons U_3O_8(OH)_2 \text{ etc.}$$

S-a mai stabilit și existența unui complex de tipul : $[UO_2(OH)_2UO_2]_n^{2+}$, dar nu se cunoaște valoarea exactă a lui n.

În natură valori acide ale pH-ului sînt destul de rar cunoscute. În plus se cunoaște comportarea și proprietatea uraniului de a hidroliza formînd polimeri care nu sînt cunoscuți în natură și deci nu s-ar putea explica în acest mod migrarea uraniului și apoi formarea oxizilor de uraniu. Mai mult, cu toate că sînt cunoscuți numeroși oxizi de uraniu hidratați de tipul $U(OH)_4$ (sau scris sub forma UO_22H_2O) el se poate hidrata în apă sub temperatura de 785°C cînd pierde apa de hidratare într-o jumătate de oră. Pe de altă parte se poate oxida în U_3O_8 la 200°C în aer trecînd treptat în compușii de culoare galbenă. Asemenea condiții nu sînt cunoscute în natură, iar UO_2 rămîne intact în apă, spre deosebire de hidrura de uraniu care reacționează cu apa :

$$UH_2 + 2H_2O \longrightarrow UO_2 + 7/_2H_2,$$

dar nici hidrura nu este cunoscută în natură.

Recent (H. C. Sakrison — 1972/1) s-a arătat că în apele interstițiale în cazul aluviunilor din South-Plate, Colorado, nu există probe evidente de precipitare a uraniului. Calculele de Eh, pH, vanadiu total în aceste ape interstițiale arată că nici uraninitul nici coffinitul sau carnotitul nu sînt stabile.

Granitul cercetat de noi este mineralizat și însuși roca constituie „ganga" mineralizației uranifere ; majoritatea uraniului este răspîndit ca impregnație și subordonat este depus în fisurile rocii. Mecanismul chimic prin care s-au precipitat și depus oxizii de uraniu poate fi reprezentat prin reacția redox dintre carbonatul de uranil și fierul bivalent, ambele existînd în soluțiile hidrotermale. Excludem posibilitatea ca uraniul să apară într-o cantitate importantă în soluțiile interstițiale.

O mică cantitate de uraniu este posibil să apară adsorbită pe suprafața cristalelor din rocă sau în hematit. Pentru valorificarea mineralizației este necesar a se cunoaște repartiția cantitativă a uraniului în aceste forme de prezentare.

În ceea ce privește fenomenul de „înroșire" a rocii, determinat de prezența hematitului amintim și de fenomenul de schelerizare, adică de o pătrundere a hematitului pulverulent în ortoză sau cuarț, cînd acestea, pe parcursul cristalizării, erau în stare de „dezordine atomică".

Putem paraleliza acest tip de mineralizație cu acelea de tip „porphyry cooper", care sînt considerate ca datînd de la finele consolidării rocii.

Într-o serie de lucrări care vor urma vom încerca să contribuim la cunoașterea zăcămintelor uranifere situate în granite.

BIBLIOGRAFIE

[1] Andronescu, A. *Contribuții la studiul uraninitului, pechblendei și thucholitului prin metode optice, cu raze X și spectrometrice de adsorbție în infraroșii.* Revista Minelor, nr. 12, 1968, p. 516 — 531.

[2] Andronescu, A. *Contribuții la cunoașterea proceselor metalogenetice și geochimice în zăcămintele hidrotermale de uraniu.* Revista Minelor, nr. 1, 1969, p. 46 — 48.

[3] Emons, W. H. *On the Mechanism of the Deposition of certain metalliferous Lade System associated with granitic Batholitic.* Lindgren volum, published Dy Amer. Inst. of. Min. and. Metalurg. Engineers. New-York. p.p. 327 — 349.

[4] Pascal, P. *Traité de chemie minerale.* Tom. XV Masson et Cie, 1960, Paris.

[5] Routhier.P. *Les gisements metalliffères.* Masson et Cie, 1963, Paris.

[6] Raguin, E. *Geologie du granite.* Masson et Cie, 1957, Paris.

[7] Theobald, N. T. *Géologie générale et pétrographie.* G. Doire Paris et Gana A., 1961.

[8] Wyart, J. et Sabatier, G. *Transformation des sédiments pélitiques a 800°C sous un pression d'eau de 1800 bars, et granitisation.* Bull. Soc. fr. Mines. Cristali. 1959, 82, nr. 4 — 6, 201 — 210.

[9] Winkler, H. G. F. *La génése des granites et de granodiorites a partir d'argiles.* C. R. Ac. Sc. 1960, 250, Nr. 6. 1882—1090.

[10] Sakrison, H. C. *Geochimie des recherches.* Bull. B.R.G.M. Section II 1972, p. 61.

Dr. ing. **Dan Georgescu**

Centrul de cercetări și proiectări pentru metale radioactive — București

Considerații teoretice și cercetări experimentale în legătură cu evaluarea flotabilității mineralelor

Introducere

În domeniul flotației, preocupările cercetătorilor sînt îndreptate în prezent în direcția îmbunătățirii metodelor și aparatelor de control al procesului, automatizarea lui, precum și utilizarea calculatoarelor electronice. Succesul acestor cercetări depinde, în mare măsură, de precizarea parametrilor și caracteristicilor statice și dinamice. În acest context, o mare importanță o au și studiile privind flotabilitatea mineralelor și influențarea ei de către unii factori fizico-chimici.

Printre metodele folosite pentru aprecierea flotabilității mineralelor se pot menționa cele bazate pe stabilirea gradului de hidrofobie a mineralelor tratate sau nu cu diferiți reactivi de flotație, stabilirea rezistenței de aderare a mineralului la bula de aer, determinarea extracției procentuale în funcție de timp etc.

În lucrarea de față sînt prezentate o serie de cercetări efectuate în legătură cu unele metode de evaluare a flotabilității mineralelor.

I. Considerații generale

Probabilitatea realizării unui proces de flotație $P_{(E)}$ depinde de probabilitatea realizării unor evenimente (fenomene) care se produc într-o celulă de flotație :

$$P_{(E)} = P_{(E_1)} \cdot P_{(E_2)} \cdot P_{(E_3)} \cdot P_{(E_4)}.$$

Probabilitatea ciocnirii particulelor minerale cu bulele de aer, $P_{(E_1)}$, depinde, pe de o parte, de existența și concentrația celor două faze în tulbureala de flotație (particule minerale și bule de aer), iar pe de altă parte, de caracteristicile mecanice și de funcționare a sistemului în care se desfășoară flotația.

Probabilitatea adeziunii particulelor la bulele de aer, $P_{(E)_2}$, depinde, în primul rînd, de energia de adeziune a particulelor minerale și de timpul de inducție, aceasta deoarece adeziunea implică subțierea și ruperea stratelor hidratate de la suprafața particulelor și bulelor și formarea contactului trifazic stabil.

Probabilitatea menținerii adeziunii pînă ce complexul bulă-particulă a ajuns la baza coloanei de spumă, $P_{(E_3)}$ este, de asemenea, în funcție de energia de adeziune, dar în acest caz de asemenea mărimea particulelor și mărimea bulelor sînt factori hotărîtori de care depinde rezistența la acțiunea forțelor de desprindere datorită gravitației frecărilor și accelerațiilor.

În ceea ce privește probabilitatea evacuării particulelor flotate din sistem (colectarea spumei), $P_{(E_4)}$ aceasta este de natură mecanică fiind în mod normal constantă de-a lungul întregului proces.

Din cele arătate rezultă că probabilitatea realizării flotației este, într-o măsură considerabilă, funcție de energia de adeziune a particulelor la bulele de aer. Această energie de adeziune depinde de proprietățile superficiale ale particulelor minerale, care de fapt dictează gradul de udare și guvernează procesul de fixare a reactivilor la suprafața lor.

Modul cum sînt considerate și interpretate condițiile principale de care depinde probabilitatea realizării unui proces de flotație, poate constitui un prim factor de control în ceea ce

privește valabilitatea și domeniul de aplicare a diferitelor teorii și expresii matematice referitoare la desfășurarea procesului de flotație.

Este cunoscut faptul că neomogenitățile suprafețelor particulelor minerale influențează în mod hotărîtor, gradul de udare și procesul de fixare a reactivilor, consecința imediată fiind aceea că energia de adeziune a mineralelor la bulele de aer, timpul de inducție și ceilalți factori hotărîtori pentru producerea fenomenelor de care depinde flotabilitatea nu au aceeași valoare pentru mineralele din aceeași suspensie minerală, chiar în cazul unei echivalențe perfecte între forma și dimensiunile lor și chiar atunci cînd ele provin din aceeași zonă a aceluiași zăcămînt.

În general, „flotabilitatea mineralelor" se definește ca fiind proprietatea mineralelor de a putea flota, determinată de proprietățile fizico-chimice naturale ale suprafețelor lor (flotabilitatea naturală) sau de proprietățile lor fizico-chimice dobîndite sub acțiunea unor reactivi chimici.

Faptul că flotabilitatea este o proprietate a mineralelor de a putea flota și că aceasta are o importanță deosebită în procesul de flotație, duce la necesitatea găsirii unor modalități de evaluare a acesteia.

II. Metode de cercetare a flotabilității

Metodele de cercetare a flotabilității mineralelor pot fi directe și indirecte.

Dezvoltarea metodelor de cercetare directe a flotabilității mineralelor se realizează în două direcții principale.

1. O direcție urmărește apropierea condițiilor încercărilor de laborator de cele industriale. În acest scop se caută realizarea unor aparate de flotație de laborator în corespondență cu cele utilizate la uzinele de preparare. Construcția acestor aparate a fost perfecționată, dar se poate considera că pînă în prezent nu s-a realizat un aparat de laborator care să modeleze în întregime mașinile industriale. Cea mai bună corespondență cu mașinile industriale s-a obținut în cazul aparatelor de laborator multicelulare, însă funcționarea lor în condiții de laborator necesitînd montări grele și dificultăți din punct de vedere practic, diminuează utilizarea lor.

În general cercetările de flotație de laborator se efectuează în aparate monocelulare. Dezavantajul principal în acest caz se referă la faptul că pe măsura extragerii parțiale a materialului din spumă, nivelul tulburelii se micșorează necesitînd completarea cu apă sau soluție de reactivi, deci o schimbare artificială a conținutului fazei solide în tulbureală, a pH-ului, concentrației reactivilor etc. Făcînd însă abstracție de acest lucru se poate totuși considera că din punct de vedere calitativ, flotabilitatea mineralelor poate fi apreciată cu ajutorul acestor aparate.

2. Cealaltă direcție de dezvoltare a metodelor directe de cercetare a flotabilității este aceea a dezvoltării constructive a aparatelor la care se exclud unul sau mai mulți factori ai flotației industriale, spre exemplu mașini fără spumă etc. Excluderea factorului de formare a spumei permite studiul direct al reactivilor colectori în flotația mineralelor. Ținînd cont că mulți reactivi întebuințați în practica flotației posedă proprietăți, atît de colector, cît și de spumant, nu trebuie neglijat că în foarte multe cazuri acest lucru are un caracter condițional. Totodată cu aparatele fără spumă se pot efectua cercetări asupra colectorilor individuali, pe cînd la mașinile obișnuite este necesară introducerea reactivilor spumanți.

Metodele indirecte de cercetare a flotabilității mineralelor se bazează, în special, pe determinarea gradului de hidrofobie a suprafețelor mineralelor. Dintre metodele de apreciere a gradului de hidrofobie se pot menționa : măsurătorile directe ale unghiurilor de contact, histerezisul de udare, rezistența legăturilor sau a contactelor dintre bule și particule.

De asemenea, o metodă modernă de apreciere a flotabilității mineralelor este determinarea adsorbției colectorilor sau altor reactivi la suprafața minerală ; metoda dă rezultate deosebit de precise, prin utilizarea izotopilor radioactivi. În sfîrșit, o altă metodă indirectă de evaluare a flotabilității se bazează pe măsurarea mărimilor electrice ce caracterizează încărcarea suprafețelor minerale.

În continuare sînt prezentate o serie de cercetări și interpretări privind evaluarea flotabilității mineralelor.

În cadrul cercetărilor respective s-a utilizat o instalație de microflotație (tub Hallimond), precum și un aparat de concepție originală pentru testarea flotabilității granulelor minerale.

III. Cercetări experimentale

III.1. *Metoda tubului Hallimond*

III.1.a. Aparatură, materiale, mod de lucru

În cadrul cercetărilor s-a utilizat o instalație de microflotație prevăzută cu un tub Hallimond modificat (Microcell Minnemet). Instalația respectivă (fig. 1) este formată din microcelula de flotație, un agitator magnetic, un manometru cu mercur, o suflantă și un rotametru pentru măsurarea debitului de aer, introdus prin capilara tubului Hallimond.

Materialul pe care s-au condus experiențele a fost galenă curată, măcinată și clasată în următoarele limite granulometrice :

0,315 — 0,125 mm ; 0,125 — 0,09 mm ; 0,09 — — 0,071 mm ; 0,071 — 0,06 mm și — 0,06 mm.

Reactivii utilizați : xantat amilic de sodiu drept colector, ulei de pin ca spumant, iar pH-ul a fost menținut în jurul valorii 8,5 — — 9, utilizînd carbonat de sodiu. La toate încercările debitul de aer a fost de 50 cm³/min.

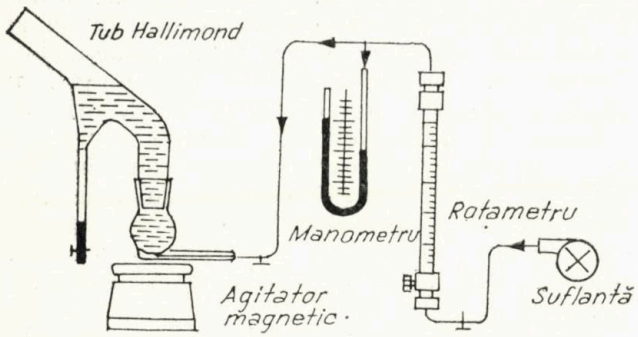


Fig. 1. Schema instalației de laborator pentru încercările cu microcelula de flotație (tub Hallimond).

Modul de lucru a fost următorul : proba de material (1g) a fost introdusă în camera de agitare a microcelulei de flotație, apoi agitată lent, pentru a evita formarea bulelor de aer, timp de 10 min., cînd s-a făcut și condiționarea cu reactivii respectivi. După condiționare s-a pornit aerația colectîndu-se fracțiunile flotate la următoarele durate de flotație (cumulate) : 15, 30, 60, 120, 180 și respectiv 240 secunde.

Fracțiunile colectate au fost filtrate, uscate și cîntărite.

III.1.b. Rezultate obținute și interpretarea lor

Pe baza datelor rezultate din experiențele respective s-au calculat valorile parametrilor ψ și K_z din ecuația cineticii flotației stabilită de Huber Panu [1]

$$m = \psi\left[1 - \frac{1}{K_z t}(1 - e^{-K_z \cdot t})\right] \qquad (1)$$

în care :

m este extracția de substanță utilă, %, obținută după un anumit interval de timp, t, s ;

ψ — extracția maximă posibilă de substanță utilă în condițiile date, % ;

K_z — constanta viteze de flotație, s^{-1}.

În legătură cu ecuația (1), menționăm că aceasta a fost verificată cu rezultate mulțumitoare în toate cazurile cercetate.

Parametrii ψ și K_z au fost determinați cu ajutorul unor metode grafo-analitice originale [2].

Avînd în vedere faptul că în ecuația (1), constanta vitezei de flotație K_z este definită prin :

$$K_z = k\, N\, \varphi_z$$

în care k este o constantă ce depinde de aparatură, N numărul de bule de aer în unitatea de volum a tulburelii și φ_z flotabilitatea maximă a particulelor minerale utile din sistemul dat, și ținînd cont că aparatura, condițiile de lucru și aerația sînt aceleași, rezultă că diferențele între diferitele valori K_z obținute se datoresc exclusiv mărimii φ_z, cu care viteza de flotație este proporțională. Prin urmare, se poate considera, cu certitudine, viteza de flotație ca un criteriu de apreciere a flotabilității.

În tabelul 1 sînt redate rezultatele experiențelor de flotație pe clase granulometrice în

Tabelul 1

Clase granulometrice, mm	Extracția de substanță utilă la diferite durate de flotație, s						Parametrii din ecuația (1)	
	15	30	60	120	180	240	ψ %	K_z, s^{-1}
0,315—0,125	46,6	67,0	87,1	89,3	91,2	91,5	96,0	0,120
0,125—0,090	42,1	75,1	89,3	96,2	97,2	97,5	99,2	0,129
0,090—0,071	61,1	90,4	96,2	97,4	97,9	98,0	99,3	0,269
0,071—0,060	51,4	85,4	92,0	95,4	96,0	96,3	98,2	0,196
—0,060	50,2	66,0	85,1	88,5	88,9	89,2	93,0	0,129

tubul Hallimond, iar în figura 2, variația parametrilor K_z și ψ, în funcție de granulometrie.

Analizînd rezultatele obținute se constată că flotabilitatea variază cu granulația particulelor, observîndu-se pentru o anumită clasă granulometrică flotabilitatea (respectivă viteza de flotație) cea mai mare. În cazul cercetat, al gale-

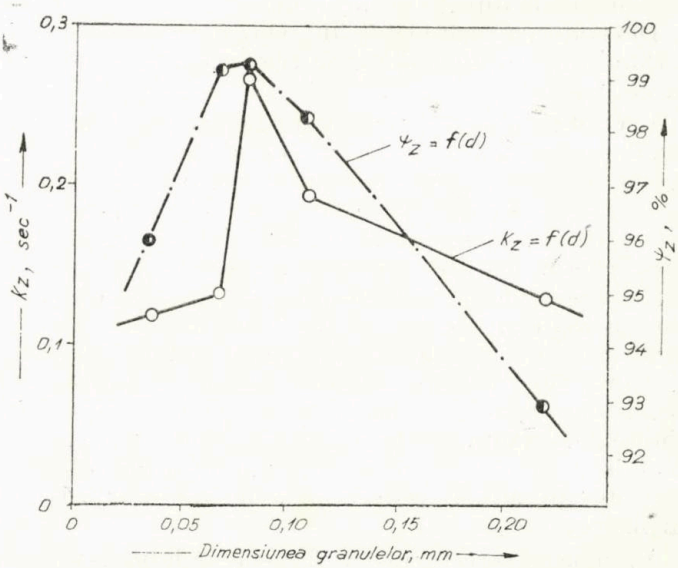


Fig. 2. Variația parametrilor cinetici ψ și K_z, în funcție de dimensiunea granulelor minerale (galenă).

nei, pentru toate concentrațiile de reactiv încercate, clasa 0,09 — 0,071 mm are flotabilitate maximă, clasele mai grobe sau mai fine avînd valori mai scăzute ale flotabilității.

Motivele pentru care extracțiile sînt mai scăzute la clasele grobe și cele fine sînt diferite pentru cele două grupe și pot fi puse, în primul

rînd, pe seama mecanismului de aderare a particulelor la bulele de aer.

Probabilitatea ciocnirii și aderării particulei minerale la bula de aer este proporțională cu masa, respectiv cu dimensiunea în cazul aceluiași material. Deși granulele mari au energie de impact mai mare, necesară străpungerea stratului hidratat dintre bulă și particule, totuși probabilitatea aderării scade cu creșterea dimensiunii.

Cu alte cuvinte, extracțiile mai scăzute în cazul flotației granulațiilor mari se explică, în special, prin portanța redusă a bulelor de aer și dificultatea menținerii adeziunii particulelor utile grobe, deși suprafețele minerale respective sînt apte pentru actul flotației.

Pe de altă parte, particulele fine, avînd o masă prea mică, nu au energia suficientă pentru penetrarea stratului hidratat. Totodată, bula de aer, în timpul ascensiunii sale, formează un corp integral cu lichidul, curenții de apă formați în jurul ei nepermițînd apropierea granulelor fine de bulă.

Prin urmare, valorile mai scăzute ale extracției în cazul granulațiilor fine se datoresc energiei de impact mai scăzute, precum și curenților turbionari din jurul bulei. Însă, în cazul realizării adeziunii, particulele fine au o probabilitate ridicată de menținere a acestei adeziuni.

Utilizînd aceeași tehnică a tubului Hallimond, s-au efectuat o serie de încercări pentru studierea influenței concentrației reactivului colector asupra flotabilității.

În graficul din figura 3 este redată variația extracției de substanță utilă în funcție de concentrația reactivului colector (xantat amilic)

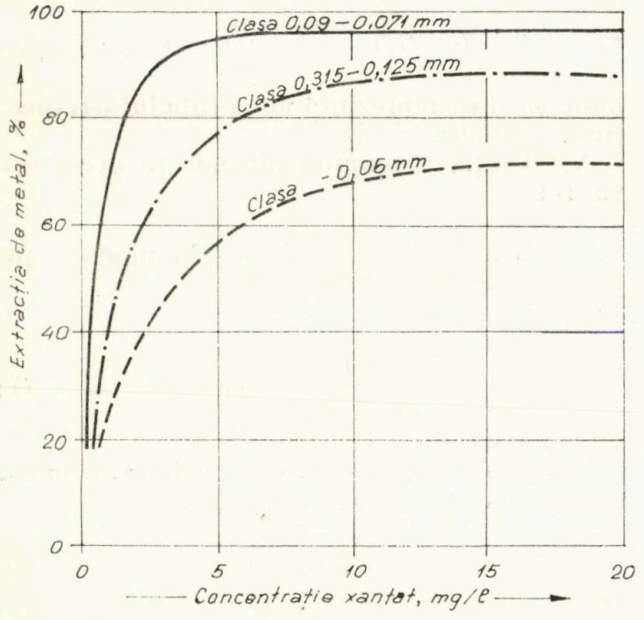


Fig. 3. Variația extracțiilor de metal, în funcție de concentrația reactivului colector (xantat etilic) pentru diferite clase granulometrice (galenă).

pentru trei clase granulometrice ale aceluiași mineral (galenă) flotate în condiții de lucru identice, în ceea ce privește restul reactivilor, agitarea, aerația etc. Se observă, din acest grafic, creșterea extracției de substanță utilă cu creșterea consumului de xantat amilic, precum și faptul că la aceleași concentrații de colector, granulele mijlocii (0,09 — 0,071 mm) au valori mai ridicate ale flotabilității.

Reducerea stratului hidratat de la suprafața particulei minerale, la un strat monomolecular, depinde, în mare măsură, de hidrofobia suprafeței și de viscozitatea lichidului. Concentrații mai ridicate ale reactivului colector măresc hidrofobia suprafeței și accelerează reducerea grosimii stratelor hidratate.

Se poate presupune că aderarea particulelor grobe la bula de aer se realizează la concentrații mai ridicate de colector, datorită tot greutății relativ ridicate care impune realizarea unei hidrofobii mai ridicate, respectiv a unei forțe de adeziune mai mari care să echilibreze și chiar să depășească forța de desprindere. Pe de altă parte, în cazul granulațiilor fine, consumul mai ridicat de colector se explică prin suprafața specifică mai mare.

III.2. *Cercetarea flotabilității prin analizarea rezistenței adeziunii particulelor minerale la bulele de aer*

III.2.a. Aparatură, materiale, mod de lucru

Pe aceeași linie, a aprecierii flotabilității mineralelor, au fost efectuate cercetări utilizînd un aparat original de cercetare în flotație,

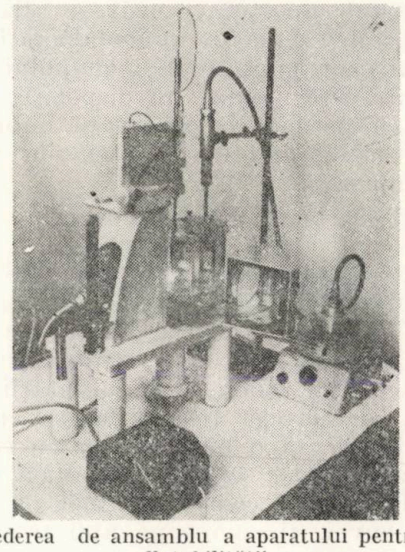


Fig. 4. Vederea de ansamblu a aparatului pentru testarea flotabilității.

Flotest, bazat pe studierea rezistenței de aderare dintre bula de aer și particula minerală respectivă. O vedere de ansamblu a aparatului respectiv este prezentată în figura 4.

Aparatul se compune dintr-o cuvă transparentă formată dintr-un compartiment de lucru și un compartiment de agitare, prevăzut cu un agitator cu o turație reglabilă și transmisie flexibilă, cele două compartimente fiind despărțite printr-un perete fix neterminat și două șibere reglabile pentru modificarea dimensiunii comunicației între cele două compartimente, respectiv pentru dirijarea curenților de lichid. Cuva este amplasată pe o masă ce poate fi coborîtă sau ridicată prin intermediul unui sistem cu șurub fixat în placa de bază a suportului masiv principal.

La partea superioară a suportului este montat un dispozitiv cilindric special a cărui înălțime poate fi reglată prin înfiletarea părții cilindrice superioare în cilindrul de bază fixat rigid de suport și în interiorul căruia se află un arc cilindric liber sprijinit pe o rondea solidară cu un tub metalic axial, prevăzut la partea superioară cu un manșon cilindric, ce permite comprimarea arcului și fixarea lui la o înălțime oarecare, h. Prin eliberarea manșonului, arcul se destinde, provocînd coborîrea și oprirea bruscă a tubului metalic axial, ceea ce are ca rezultat apariția unei forțe de inerție transmisă în jos, în lungul tubului și a cărui intensitate poate fi reglată prin reglarea comprimării inițiale a arcului, respectiv prin înfiletarea mai mult sau mai puțin a părții superioare a dispozitivului cilindric. Bula de aer captivă se formează la partea inferioară a tubului metalic introdus în soluția din cuvă, partea superioară a acestui tub fiind în legătură cu o seringă cu ajutorul căruia se formează bula de aer și a cărui presiune poate fi controlată cu ajutorul unui manometru sensibil.

În corpul suportului masiv se află o sursă luminoasă de tip microscop metalografic, pentru iluminarea corespunzătoare a cîmpului de lucru, iar lateral este montat un dispozitiv optic de mărire ce permite o observare îmbunătățită și eventual fotografierea sistemului bulă-particulă minerală.

Modul de lucru este următorul: se pregătește o cantitate mică din mineralul cercetat, măcinat la dimensiunea dorită și care se aduce pe o măsuță fixată pe peretele lateral al cuvei în care se găsește soluția diluată de reactivi, în care se urmărește comportarea mineralului din punctul de vedere al flotabilității. În continuare, cu seringa respectivă se creează la partea inferioară o bulă de aer cu care, prin manevrarea cuvei, se preia o granulă minerală, aducîndu-se apoi complexul bulă-particulă în centrul cuvei, și se începe aplicarea gradată de șocuri, înregistrînd forța la care particula aderată la bulă de aer se desprinde. Se repetă operația pe un număr de granule suficient de mare pentru a trage concluzii asupra flotabilității particulelor mineralului cercetat la regimul de reactivi și agitare încercat.

Este de menționat faptul că în cazul cînd forța de șoc provocată de destinderea arcului este prea mare, se poate lucra fără arc, utilizînd forțele produse de căderea liberă a tubului de la diferite înălțimi.

Pentru o înțelegere corespunzătoare a mecanismului de funcționare a aparatului prezentat, este util a se proceda la o analiză a forțelor ce apar.

În cazul utilizării arcului, la coborîrea tubului metalic, forțele principale sînt:

f — forța de destindere a arcului, datorită energiei înmagazinate prin comprimare;

G — greutatea totală a sistemului dinamic.

Forța produsă prin destinderea arcului este proporțională cu comprimarea, h, a arcului, adică:

$$f = k \cdot h. \tag{2}$$

Greutatea totală a sistemului dinamic va fi: (3)

$$G = G_t + G_p + G_b, \quad \text{N}. \tag{4}$$

în care

G_t — greutatea tubului;

G_p — greutatea particulei minerale aderate;

G_b — greutatea bulei de aer.

Deoarece greutatea bulei de aer fiind foarte mică, poate fi neglijată, rezultă că practic:

$$G = G_t + G_p, \quad \text{N}. \tag{4a}$$

Prin urmare, forța totală va fi:

$$F_1 = f + G, \quad \text{N} \tag{5}$$

sau

$$F_1 = k\,h + (G_t + G_p) = k\,h + (m_t + m_p)g, \text{ N} \tag{5a}$$

unde m_t și m_p reprezintă masa tubului și respectiv a granulei.

Accelerația sistemului dinamic în acest caz va fi:

$$a = \frac{F_1}{m} = \frac{kh + (m_t + m_p)g}{m_t + m_p}, \text{ m/s}^2 \tag{6}$$

sau:

$$a = \frac{k\,h}{m_t + m_p} + g, \quad \text{m/s}^2. \tag{7}$$

Viteza sistemului dinamic, la sfîrșitul cursei, conform legilor cunoscute va fi:

$$v = 2ah, \quad \text{m/s} \tag{8}$$

sau:

$$v = 2gh + \frac{2kh^2}{m_t + m_p}, \text{ m/s}. \tag{9}$$

Întrucît particula minerală nu este rigid legată de tub, legătura fiind realizată prin intermediul bulei de aer, care constituie un mediu elastic, viteza de mișcare a particulei minerale, aderate, va fi influențată de proprietățile fizice ale bulei, care în cursul mișcării în fluid suferă modificări de formă și presiune internă. Prin urmare, se poate admite viteza particulei minerale la sfîrșitul cursei ca fiind proporțională (α_b) cu viteza sistemului dinamic la sfîrșitul cursei :

$$v_p = \alpha_b \cdot v \quad \text{m/s} \tag{10}$$

sau, conform, relației (9) :

$$v_p = \alpha_b \left((2gh + \frac{2kh^2}{m_t + m_p} \right) \quad \text{m/s} \cdot \tag{11}$$

Prin urmare, la comprimarea arcului, particula minerală acumulează o energie potențială, energie care în timpul coborîrii tubului se transformă în energie cinetică la oprirea tubului, care poate fi exprimată prin :

$$E_{c_1} = \frac{m_p v_p^2}{2}, \quad \text{j} \tag{12}$$

sau :

$$E_{c_1} = 2\alpha_b^2 h^2 m_p \left(g + \frac{k h}{m_t + m_p} \right)^2, \quad \text{j}. \tag{13}$$

În cazul căderii libere a tubului, forța principală se datorește numai greutății sistemului dinamic ; ca și în cazul precedent, neglijînd greutatea bulei de aer :

$$F_2 = G_t + G_p, \quad \text{N} \tag{14}$$

sau :

$$F_2 = (m_t + m_p)g, \quad \text{N} \tag{14a}$$

Accelerația și viteza sistemului dinamic în acest caz :

$$a = \frac{F_2}{m_t + m_p} g, \quad \text{m/s}^2 \tag{15}$$

și ;

$$v = 2ah = 2gh, \quad \text{m/s}^2. \tag{16}$$

Ca și în cazul precedent :

$$v_p = \alpha_b v, \quad \text{m/s} \tag{17}$$

sau :

$$v_p = 2g \alpha_b h, \quad \text{m/s}. \tag{17a}$$

Energia cinetică a particulei va fi :

$$E_{c_2} = 2\alpha_b^2 h^2 m_p g^2, \quad \text{j}. \tag{18}$$

Întrucît apariția coeficientului α_b în relațiile (13) și (18) complică folosirea lor, deoarece influența elasticității bulei este greu de determinat, la interpretarea rezultatelor experiențelor efectuate s-a utilizat, ca parametru de comparație în ceea ce privește flotabilitatea mineralelor, înălțimea de cădere a sistemului dinamic, h, la care particula minerală aderată la bulă se desprinde.

În cazul experiențelor s-au utilizat granule de galenă și cărbune, de diferite dimensiuni, în prezență de reactivi colectori (la diferite concentrații), iar pentru a conferi o rezistență corespunzătoare bulei de aer create, s-a utilizat ulei de pin (8 mg/l).

III.2.b. Rezultate obținute și interpretarea lor

Experiențele pe galenă au fost efectuate pe patru clase granulometrice diferite, respectiv 1,25 — 1,0 ; 1,0 — 0,8 ; 0,5 — 0,4 și 0,4 — — 0,315 mm. Din fiecare clasă au fost cercetate 30 granule stabilind înălțimea de cădere a tubului, h, la care se realizează desprinderea granulei. Pentru condiționare, granulele au fost introduse în cuva aparatului în care se găsește soluție de reactiv colector și supuse apoi agitării timp de 30 min. Concentrația colectorului, xantat etilic de sodiu, a fost de 5/mg/l și 25 mg/l.

Experiențele pe cărbune au fost efectuate pe două clase granulometrice, respectiv 0,5 — 0,4 și 0,4 — 0,315 mm. La fel au fost cercetate cîte 30 granule din fiecare clasă granulometrică după condiționarea prealabilă cu reactivul colector (motorină 0,5 mg/l).

În toate cazurile s-a calculat frecvența relativă a particulelor minerale ce s-au desprins la diferite înălțimi de cădere a tubului metalic. Rezultatele obținute sînt prezentate sub formă grafică în figurile 5 și 6. Din analizele acestor

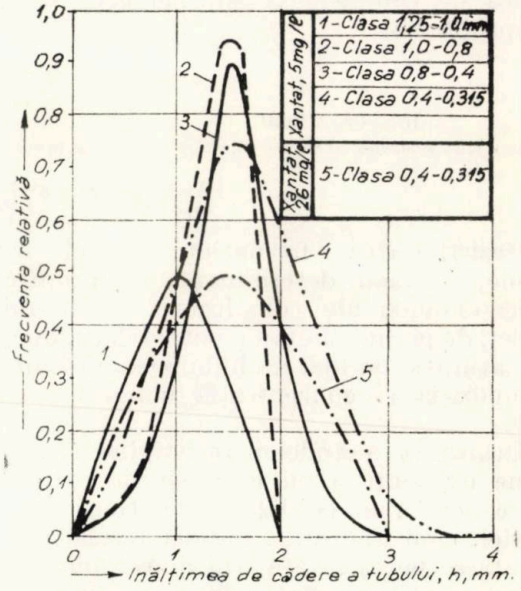


Fig. 5. Curbele de distribuție a flotabilității particulelor de galenă, exprimată prin rezistența adeziunii mineral-bulă de aer.

grafice se observă că flotabilitatea aceleiași clase la concentrații diferite de colector poate fi comparată prin înălțimile medii de cădere a sistemului dinamic — tub-bulă de aer — particulă minerală, la care se obține desprinderea

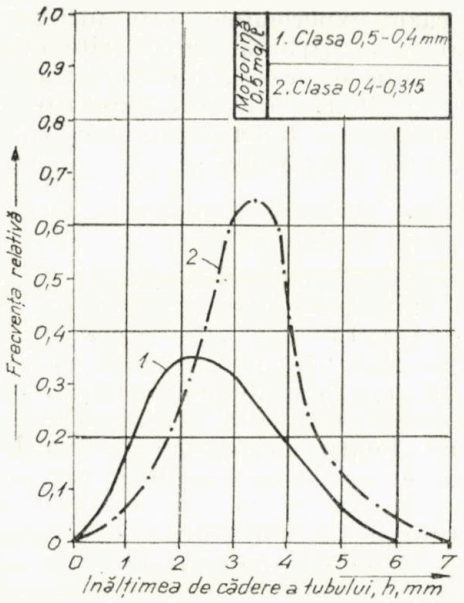


Fig. 6. Curbele de distribuție a flotabilității particulelor de cărbune exprimată prin rezistența adeziunii mineral-bulă de aer.

granulelor, înălțimi care diferă după cum se vede.

Aparatul prezentat oferă, prin urmare, un nou criteriu de evaluare a flotabilității mineralelor, bazat pe compararea forței de desprindere a particulelor minerale aderate la bula de aer, evaluată într-o primă instanță prin înălțimea de cădere a tubului la care se obține desprinderea.

Este de menționat faptul că, pe lîngă obținerea unor date edificatoare în legătură cu flotabilitatea unor granule individuale, și deci distribuția flotabilității pentru un număr mare de granule, atît în regim static, cît și dinamic (prin utilizarea agitatorului și dirijarea curenților de lichid) aparatul „Flotest" mai oferă posibilități de stabilire a regimului optim de reactivi fără a fi necesare încercări de flotație în celule și analize chimice, măsurarea unghiurilor de contact prin fotografiere, determinarea influenței temperaturii asupra flotabilității, determinarea tensiunii superficiale a soluțiilor de reactivi prin măsurarea presiunii maxime a bulei de aer etc.

Concluzii

Scopul principal al lucrării a fost, în primul rînd, prezentarea unor tehnici de lucru ce permit evaluarea flotabilității mineralelor. Pentru exemplificarea acestor tehnici (tubul Hallimond, aparatul Flotest) s-a studiat flotabilitatea unor clase granulometrice diferite ale aceluiași mineral sau a unor minerale diferite sau influențarea flotabilității de către concentrația reactivului colector, ajungîndu-se la concluzii similare cu cele obținute prin alte procedee clasice.

Metodele prezentate oferă posibilități rapide și concludente pentru cercetarea unor probleme deosebit de importante în cadrul procesului de flotație.

BIBLIOGRAFIE

[1] Huber Panu I. *Beitrag betreffend Gleichungen und Methoden Zur Berechnung der Flotationsergebnisse* Rudy, nr. 3 — 4, 1970.

[2] Georgescu, D. *Contribuții la studiul pe baze cinetice a circuitelor de flotație.* Teză de doctorat I.M. Petroșani, 1972.

Ing. **Cr. Mihail**

Întreprinderea geologică de prospecțiuni pentru substanțe minerale solide — București

Aplicarea rezistivimetriei în hidrogeologie

Rezistivitatea formațiunilor geologice depinde, în mod determinant, de proprietățile fizico-chimice ale constituenților lor mineralogici, de permeabilitatea consolidării, de gradul de saturație cu apă de îmbibație, precum și de compoziția și concentrația chimică a acestei ape.

Utilizarea metodelor rezistivimetrice presupune existența unui contrast de rezistivitate între acvifer și celelalte formațiuni geologice. Astfel, cînd ape dulci îmbibă formațiuni sedimentare necimentate (nisipuri, pietrișuri și bolovănișuri), ele sînt evidențiate prin maxime de rezistivitate, în funcție directă de permeabilitatea acviferului. Orizonturile cu ape sărate (în categoria cărora intră și apele termale, de regulă mineralizate) vor produce minime de rezistivitate. În formațiunile geologice compacte, eruptive, cristaline sau sedimentare consolidate (calcare și dolomite), zonele permeabile — ca rezultat al alterării sau fisurării și fracturării — în care circulă apele, sînt evidențiate ca zone conductoare.

Prin cunoașterea rezistivităților formațiunilor acvifere se mai pot determina : gradul lor de porozitate, direcțiile de curgere și alimentare a apelor subterane, vitezele lor de curgere ; adîncimile și grosimile stratelor acvifere, permeabilitatea lor ; se pot face separații între

zonele cu ape dulci și cele cu ape sărate și se pot face estimări asupra debitelor formațiunilor acvifere.

În cele ce urmează, vor fi prezentate : cazuri de descoperire a unor zone acvifere, prin metode de rezistivitate, în situații hidrogeologice tipice ; posibilitățile acestor metode în avansarea gradului de cunoaștere a formațiunilor acvifere și stadiul actual al cercetărilor în rezistivimetrie, pentru prospectarea apelor subterane.

1. Probleme de hidrogeologie rezolvabile prin metode de măsură a rezistivității rocilor

1.1. *Determinarea adîncimii bedrock-ului și a traseului văilor subterane*

În cîmpia Cataniei (Italia), în situația hidrogeologică din figura 1, au fost executate numeroase foraje pentru ape, din care majoritatea (30*C*, 31*C*, 32*C*, 7 etc.) au fost neproductive.

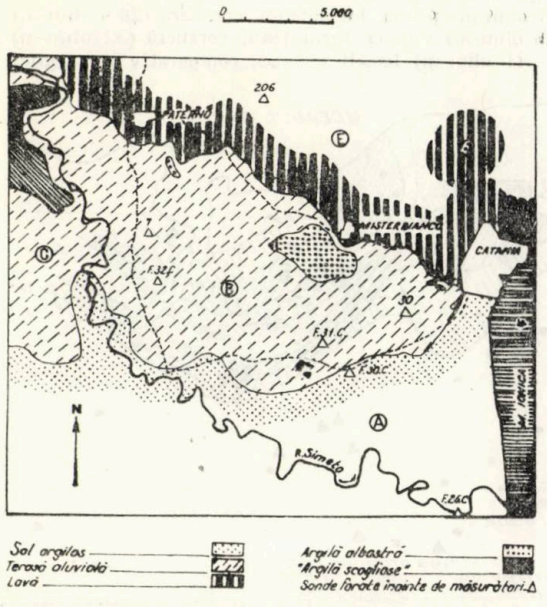


Fig. 1. Harta geologică a zonei Catania, Italia.

Breusse (1963) a executat sondaje electrice verticale, în curent continuu, pînă la o dimensiune maximă a dispozitivelor de emisie a curentului electric în sol de $AB = 3\,000$ m. Datele din diagramele de SEV au arătat o uniformitate a rezistivităților în stiva formațiunilor superioare bedrock-ului, principalele colectoare prezumptive — nisipurile — fiind prea subțiri.

Argilele albastre din substrat au fost bine cartate prin sondajele electrice, a căror interpretare a furnizat harta cu izobate a reliefului bedrock-ului, din figura 2, pe care au fost trasate axele paturilor rîurilor subterane. Pe baza acestei hărți, au fost amplasate și executate forajele 37 și 134, care au furnizat debite de 10 litri și respectiv 30 litri pe secundă, precum și forajele 129 și 160, care au debitat chiar artezian. Prin folosirea datelor prospecțiunii electrice, în finalul explorării, s-a ajuns la un număr de 20 foraje productive, care debitează un total de 300 l/s.

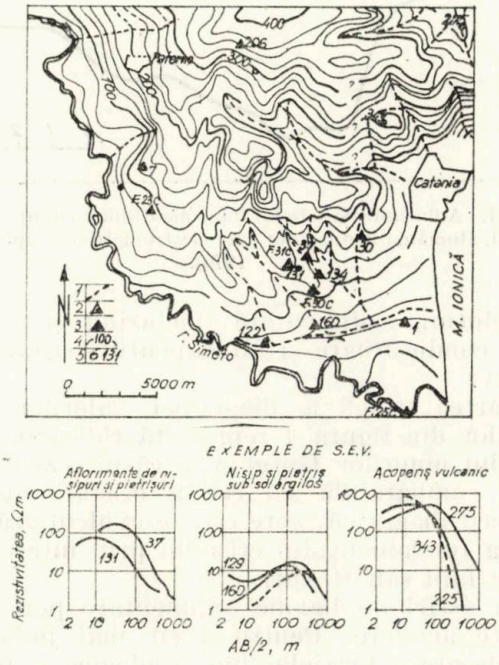


Fig. 2. Harta reliefului și adîncimilor substratum-ului conductor al argilelor albastre din zona Catania (după Breusse, 1963) :

1 — văi subterane ; *2* — foraje executate înaintea prospecțiunii electrice ; *3* — foraje executate pe date electrometrice ; *4* — izobate ; *5* — sondaje electrice verticale.

1.2. *Determinarea adîncimii și reliefului fundamentelor din bazinele sedimentare*

În bazinul sedimentar intramontan Gheorghieni, din România (flancat la est de masive cristaline și sienite, iar la vest de eruptive neogene), au fost executate (Mihail, 1970) sondaje electrice verticale în curent continuu, cu AB maxim de 4000 m, care au condus la redactarea secțiunii de rezistivități din figura 3. Interpretarea cantitativă a diagramelor de rezistivități a permis determinarea adîncimilor

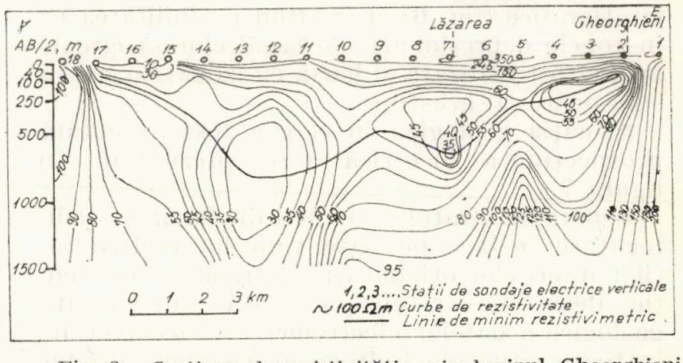


Fig. 3. Secțiune de rezistivități prin bazinul Gheorghieni (România) pe direcția E—V (după Mihail, 1970).

și reliefului fundamentului bazinului Gheorghieni (fig. 4).

Prospecțiunea electrică a fost bazată pe existența contrastului de rezistivitate dintre

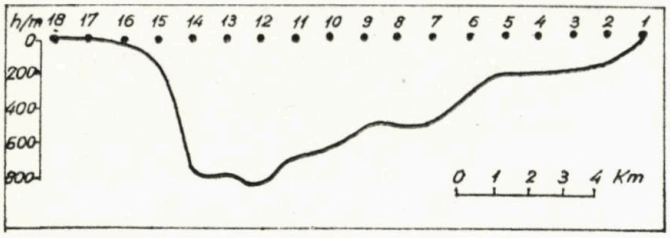


Fig. 4. Adîncimile și relieful fundamentului bazinului Gheorghieni, România deduse din date electrometrice (după Mihail 1970).

umplutura sedimentară (incluzînd și tufuri), mai conducătoare și fundamentul cristalin, rezistiv.

Partea stîngă a diagramei valorilor adîncimilor din figura 4 reprezintă ridicarea eruptivului munților Gurghiu, a cărui rezistivitate este comparabilă cu cea a cristalinului. Pe aceeași diagramă, spre est, se evidențiază ridicarea fundamentului cristalin prin intermediul unor falii sau flexuri.

În astfel de bazine sedimentare pot exista strate acvifere. Pentru o cît mai judicioasă amplasare a forajelor hidrogeologice și pentru programarea adîncimilor de foraj este utilă cunoașterea adîncimilor și reliefului fundamentului acestor bazine.

1.3. *Evidențierea de orizonturi permeabile cu ape în bazinele sedimentare*

Zohdy și Jackson (1969), de la U. S. Geolcgical Survey, au executat o prospecțiune prin sondaje electrice cu AB maxim de 4 000 m, în insula Oahu, din arhipelagul Hawaii.

Pe baza datelor interpretării cantitative s-au putut corela cinci unități stratigrafice, deasupra unui fundament eruptiv (diagrama rezistivităților sondajului electric nr. 5, din fig. 5).

Cunoscîndu-se, lîngă orașul Waialua, că prima formațiune coralieră este un acvifer important, a fost redactată harta grosimii acestei unități stratigrafice (fig. 6) și existînd posibilitatea ca în zonele depresionare ale bazaltelor să circule ape, a fost realizată și harta cu izobate a părții superioare a acestora.

Situația geologică în care a fost executată prospecțiunea electrică este prezentată în figura 7.

Separarea stratelor acvifere din bazinele sedimentare se face pe baza valorilor rezistivităților diferitelor orizonturi stratigrafice. O atenție deosebită trebuie acordată interpretării geologice a datelor electrometrice, deoarece nu în toate situațiile hidrogeologice apele produc minime de rezistivitate. Astfel, fapt firesc, orizonturile cu pietrișuri și nisipuri cu ape dulci se manifestă prin maxime de rezistivitate, mai ales în contrast cu argilele, care sînt extrem

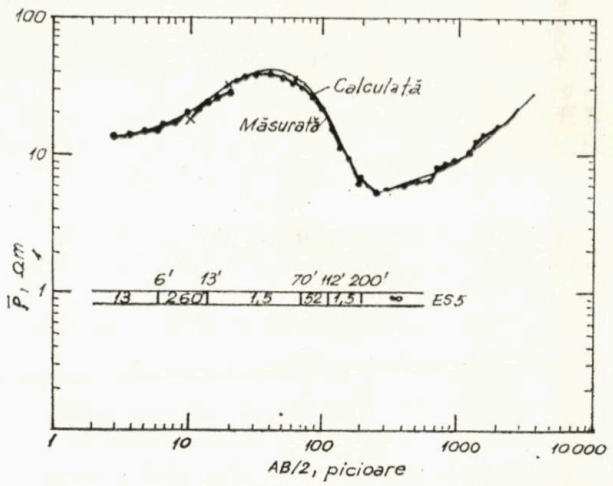


Fig.5. Diagramă de rezistivități măsurată și interpretată a unui sondaj electric din insula Oahu, arhipelagul Hawaii (după Zohdy și Jackson, 1969). Interpretarea indică: sol (13 ohm-m) prima formațiune coralieră (260 ohm-m) argilă (1,5 ohm-m) a doua formațiune coralieră (52 ohm-m) argilă (1 ohm-m) bazalt ($\rho = \infty$, comparativ cu argilele).

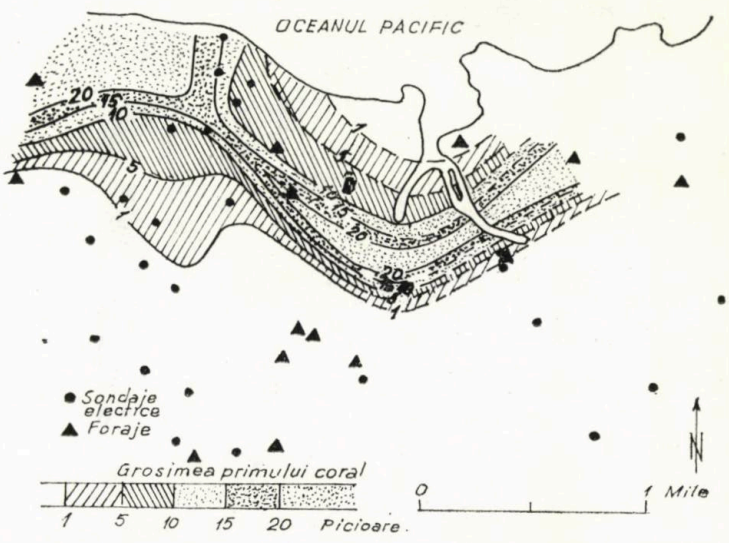


Fig.6. Harta grosimii primei formațiuni de coral din zona Waialua (Oahu, Hawaii), întocmită din date geoelectrice (după Zohdy, și Jackson, 1969).

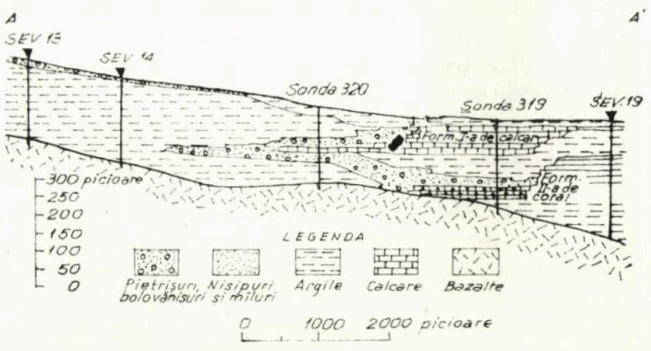


Fig.7. Secțiune geologică în zona Waialua, Oahu, Hawaii (după Zohdy și Jackson, 1969).

de conductoare. (Acestea produc întotdeauna minime de rezistivitate.) Dar maxime de rezistivitate manifestă și pietrișurile sau nisipurile uscate. Deci, în atribuirea maximelor de rezistivitate, în zone aluvionare, există principala nedeterminare în prospecțiunea electrică pentru ape subterane, minimele de rezistivitate fiind produse doar de strate cu ape sărate sau sălcii și de argile, fapt, de altfel, care le elimină în cazul investigațiilor pentru ape potabile.

1.4. *Evidențierea tectonicii bazinelor sedimentare* (falii, horsturi, grabene, anticlinale și sinclinale)

În România, pe rama estică a bazinului panonic, în zona Oradea, o prospecțiune electrică prin sondaje electrice verticale (Mihail, 1972) a pus în evidență o serie de elemente structurale. În această regiune, formațiunile geologice sînt reprezentate de aluviuni cuaternare, nisipuri, gresii, marne și argile mio-pliocene, superpuse peste calcare mezozoice (de regulă cretacice).

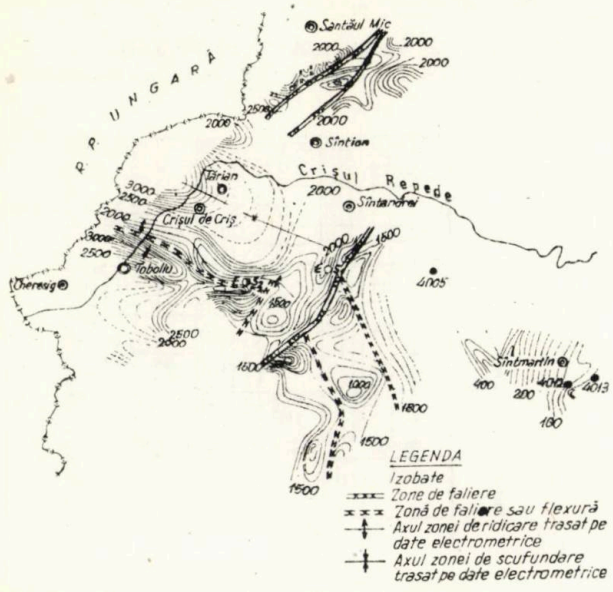


Fig. 8. Harta cu izobate a limitei superioare a orizontului rezistiv-reper (calcare mezozoice—fundament cristalin) în zona Oradea, din depresiunea panonică (România) *AB* maxim = 12 km (după Mihail, 1972).

În harta cu izobate ale orizontului rezistiv-reper, reprezentat în regiune prin calcarele mezozoice, se evidențiază — printr-un gradient accentuat al izobatelor — o importantă falie la sud de localitatea Sîntandrei (fig. 8), falie care ar putea să reprezinte o cale de acces pentru apele termale din profunzime. (Imediat la NV de această falie, zona depresionară de la nivelul cretacicului, suprapusă unui minim de rezistivități de la același nivel, este recomandabilă pentru cercetare, în vederea interceptării unei circulații acvifere, dintr-un orizont de calcare carstificate situate în jur de 2 500m adîncime.) În harta cu izobate, pe căderea generală a formațiunilor geologice spre V și NV — reflectată de distribuția izobatelor — se mai evidențiază un anticlinal la S de Tărian, orientat E — V. (Elementele structurale presupuse pe datele electrometrice sînt prezentate în fig. 9.)

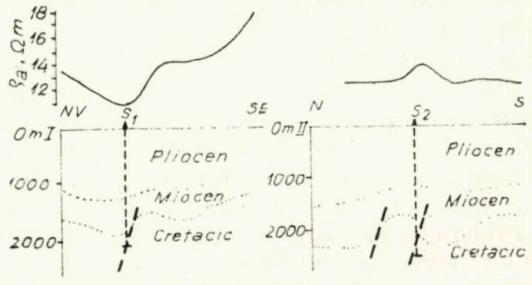


Fig.9. Secțiuni geologice ipotetice redactate pe date electrometrice (după Mihail, 1972).

Datele asupra tectonicii zonei sud Oradea sînt regăsite și în harta tipurilor diagramelor de rezistivități și a distribuției coeficientului de anizotropie, din figura 10. Axul anticlinalului de la sud de Tărian este însoțit de izolinia *KQH*, înconjurată de izolinii cu număr crescut de strate (*KQQH*, *KHKH* și *KQHKH*). Falia de la sud de Sîntandrei se evidențiază prin varietatea tipurilor, caracteristică deranjamentelor straturilor. În ansamblu, căderea formațiunilor geologice spre Ungaria este pusă în evidență prin variația diagramelor de la tipurile cu număr redus de strate, din zona Sînmartin, la tipurile cu număr crescut de strate, din zona frontierei.

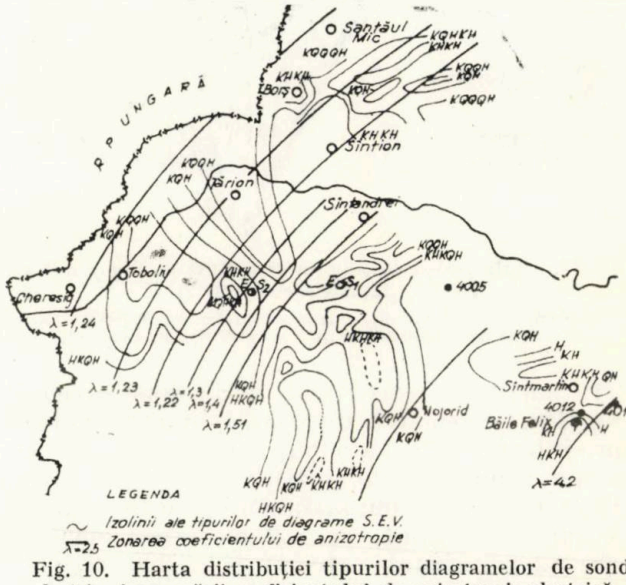


Fig. 10. Harta distribuției tipurilor diagramelor de sondaj electric și a zonării coeficientului de anizotropie electrică, în regiunea Oradea, România (după Mihail, 1972).

Coeficientul de anizotropie (λ), reprezentat în figura 10, a fost utilizat la redactarea hărții cu izobate (fig. 8).

1.5. *Evidențierea zonelor de alterare sau a zonelor cu fisurații, circulate de ape, în formațiuni geologice compacte*

1.5.1. Formațiuni eruptive sau cristaline

Breusse (1963) a executat o profilare electrică cu $AB = 100$ m la Bassari, Togo, pentru evidențierea traseelor permeabile, reprezentate prin zonele de alterare dintr-un complex de micașisturi și gnaise, situat la mică adîncime (cca 10 m). În harta rezistivităților (fig.11), pe minimele de rezistivitate — interpretate ca zone alterate și acvifere — au fost amplasate foraje, care au furnizat ape cu debite acvifere, cuprinse între 600 și 1 300 l/h, de la adîncimi cuprinse între 20 și 30 m.

1.5.2. Formațiuni sedimentare consolidate

În zona Sbeïtla din Tunisia, Breusse (1963) a prospectat prin SEV-uri cu AB maxim 2000 m, o regiune alcătuită din gresii cu intercalații marnoase (miocen), repauzînd peste marno-calcare cretacice, de care se leagă circulația apelor.

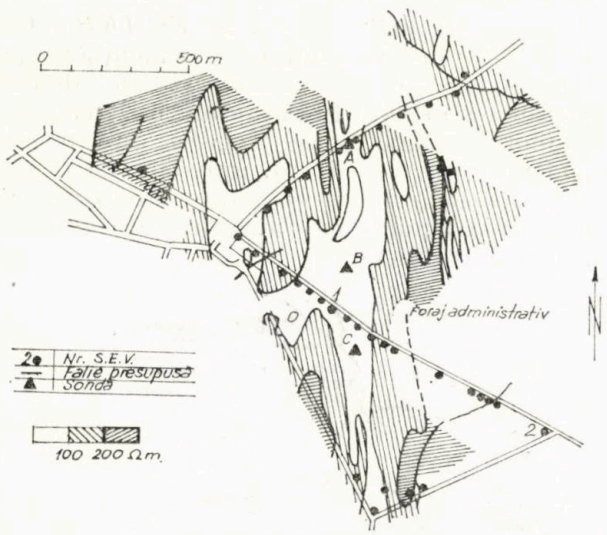


Fig. 11. Harta rezistivităților în zona Bassari (Togo) $AB = 100$ m (după Breusse, 1963):

1 — foraj productiv, executat anterior prospecțiunii electrice; *A*, *B* și *C* — foraje productive, amplasate pe aria de rezistivități minime.

În hărțile de rezistivități de la două niveluri (fig. 12), se remarcă un compartiment conductor, interpretat ca acvifer, separat de falia F_1 de un compartiment rezistiv, probabil uscat, situat la est. În compartimentul vestic, forajul executat a întîlnit, la 120 m, gresii acvifere care au manifestat artezian și la 360 m, calcare, din care apa arteziană s-a ridicat pînă la 10 m înălțime.

În figura 13, o diagramă de rezistivități din compartimentul acvifer de la SEV_1 este prezentat în corelare cu rezultatele forajului executat la acest SEV și alături de o diagramă din compartimentul uscat (SEV_2). Se remarcă puternicul minim de rezistivitate din diagrama SEV-ului, 1, care corespunde calcarelor fisurate și circulate de ape.

O situație hidrogeologică similară au rezolvat favorabil, în România, la Băile Felix, (județul Bihor), Andriescu și Mihail (1975).

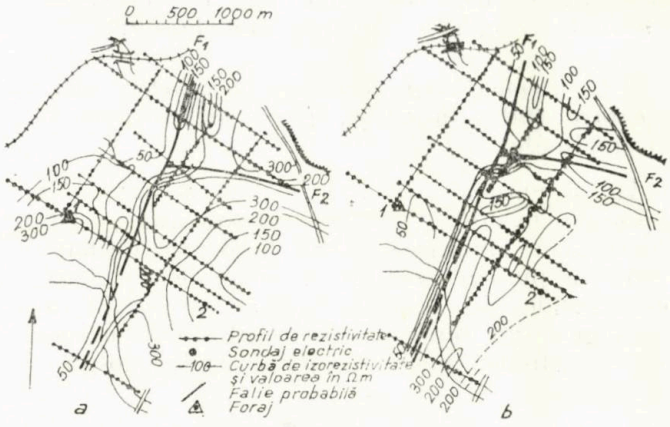


Fig. 12. Hărți de rezistivități în zona Sbeïtla (Tunisia): *a* — pentru $AB = 400$ m; *b* — pentru $AB = 100$ m (după Breusse, 1963).

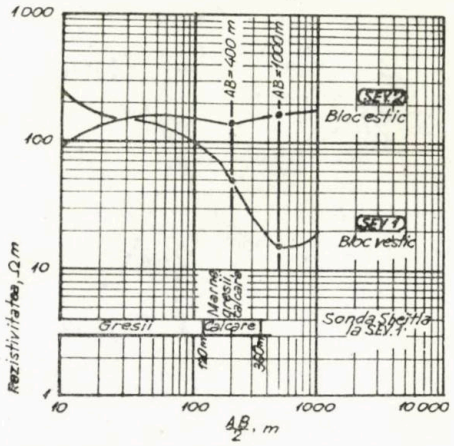


Fig. 13. Diagrame de rezistivități în zona Sbeïtla (Tunisia). Corelarea diagramei SEV-ului nr. 1 cu datele forajului executat în același punct (după Breusse, 1963).

1.6. *Determinarea adîncimii și dezvoltării nivelului hidrostatic*

Prin prospecțiunea electrică executată de Arandjelović (1966), s-a urmărit să se stabilească adîncimea și amploarea nivelului complexului acvifer, din calcarele fisurate situate deasupra unui orizont de calcare compacte, impermeabile (fig. 14), în vederea estimării posibilităților de asigurare a nivelului apei în lacul de acumulare care alimentează turbinele hidrocentralei electrice de la Trebisnjica (Iugoslavia).

Histograma din figura 15, realizată prin interpretarea cantitativă a 440 de sondaje electrice, ilustrează determinarea următoarelor

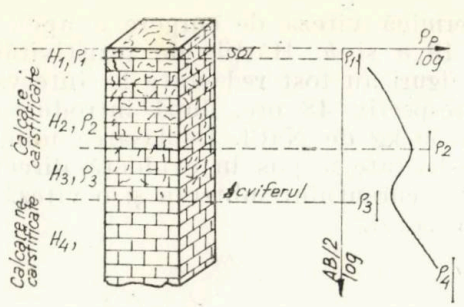


Fig. 14. Corelarea diagramei rezistivităţilor cu situaţia hidrogeologică în regiunea carstului dinaric. Iugoslavia (după Arandjelović, 1966).

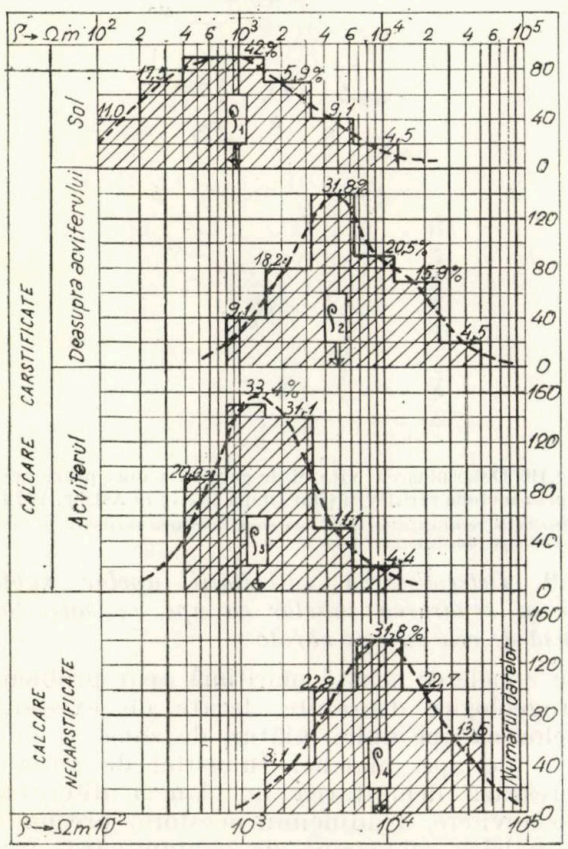


Fig. 15. Histograma rezistivităţilor în carstul dinaric, Iugoslavia (după Arandjelović, 1966).

valori pentru rezistivităţile formaţiunilor geologice din regiunea carstului dinaric :

— sol . . . . . 900 ohmmetri ;
— calcare carstificate uscate . . . . . .5 000 ohmmetri ;
— calcare carstificate în care se situează nivelul hidrostatic . . .1 500 ohmmetri ;
— calcare compacte . .9 000 ohmmetri.

Cea mai reprezentativă diagramă a rezistivităţilor din situaţia hidrogeologică a carstului dinaric rezultă din unirea abscisei corespunzătoare procentajelor maxime din histogramă.

În urma interpretării cantitative a diagramelor de sondaje electrice au fost redactate hărţi de rezistivităţi şi cu izobate. Acestea au permis determinarea adîncimilor nivelului hidrostatic, a intensităţii de carstificare a calcarelor, în diverse zone şi a grosimii orizontului de calcare carstificate.

În mod asemănător, în valea lipsită de apă Sacy (Vermenton, Franţa), Biroul de cercetări geologice şi miniere al Franţei (Mégnien, 1957), prin interpretarea diagramelor de sondaje electrice a decis amplasarea şi executarea unui puţ la SEV 4 (fig. 16), care a întîlnit un orizont acvifer (Castany, 1968). Grosimea zonei de calcare fisurate — de 30 m, în zona puţului — se reduce conform cu stilul profilului topografic, accentuîndu-l.

1.7. *Determinarea direcţiei de curgere a apelor subterane*

Chestiunea determinării direcţiilor de curgere a apelor subterane se asociază cu cea a stabilirii ariilor de permeabilitate crescută şi rezultă, în subsidiar, în majoritatea cazurilor în care se execută prospecţiuni prin metoda rezistivităţii, ca : determinarea traseelor văilor subterane, conturarea zonelor de alterare, evidenţierea faliilor, determinarea adîncimii

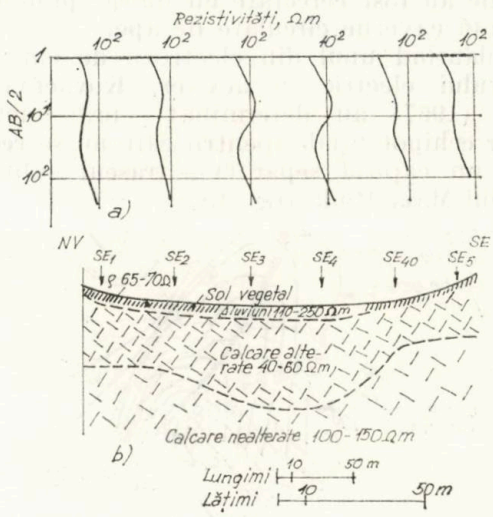


Fig.16. Prospecţiune electrică în valea Sacy, Yonne (Franţa) :

a sondaje electrice ; *b* secţiune geoelectrică interpretată (după Mégnien, 1957).

bedrock-ului etc. Direcţiile de curgere ale apelor subterane se pot obţine prin reprezentarea, la mai multe niveluri şi pe mai multe direcţii, a rezistivităţilor determinate prin sondaje circulare. Un exemplu este prezentat în

figura 17, după Arandjelović (1966). Direcţiile de curgere a apei sînt date de zonele de scădere a rezistivităţilor (*C* şi *D*) — zone de carstificare a calcarelor, la două niveluri — aflate în contrast cu calcarele compacte, rezistive.

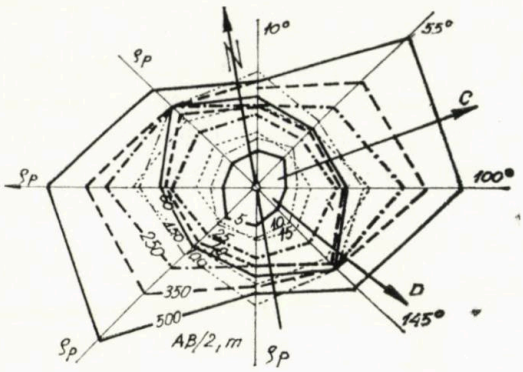


Fig. 17. Determinarea direcţiei de curgere a apelor subterane, prin reprezentarea rezistivităţilor înregistrate la mai multe niveluri (după Arandjelović, 1966).

Dutta şi alţii (1970) au executat lucrări asemănătoare în India, în bazinul Umrong (Assam), pentru detectarea traseelor cavernelor din calcarele terţiare de Sylhet, cu intercalaţii de şisturi argiloase. Din cauza intercalaţiilor argiloase foarte conductoare, aceste calcare sînt foarte puţin rezistive (cca 150 ohmmetri), comparativ cu rezistivităţile obişnuite ale calcarelor. În această situaţie geoelectrică, cavernele — circulate parţial (pe „pat") de ape — apar ca maxime de rezistivitate. Astfel de maxime au fost cercetate cu foraje, punînd în evidenţă caverne circulate de ape.

Implantînd unul din electrozii de emisie a curentului electric în acvifer, Kovacević şi Krulc (1967) au determinat — prin metoda liniilor echipotenţiale (pentru care nu se redactează un capitol separat) — traseul subteran al rîului Mala Ruda (fig. 18).

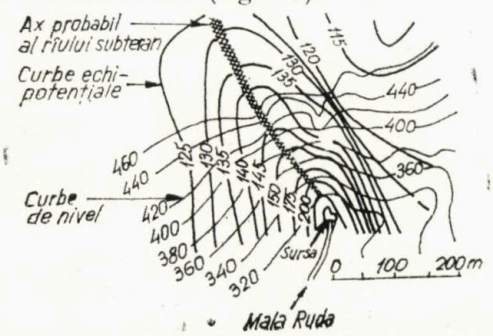


Fig. 18. Determinarea traseului subteran al rîului Mala Ruda (Iugoslavia) prin metoda liniilor echipotenţiale (după Kovacević şi Krulc, 1967).

1.8. *Determinarea vitezei de curgere a unui acvifer*

Existînd un singur foraj, în care să se injecteze o saramură în acvifer, prin înregistrarea rezistivităţilor la suprafaţă, în două momente, se determină viteza de curgere a apei, ca în figura 19 *a* şi *b*. Hărţile de rezistivităţi din aceste figuri au fost redactate la intervale de 24 şi respectiv 48 ore, după introducerea în foraj a 50 kg de NaCl. Deplasarea minimului de rezistivitate a pus în evidenţă direcţia de curgere a curentului subteran şi o viteză a sa de 1 m pe zi.

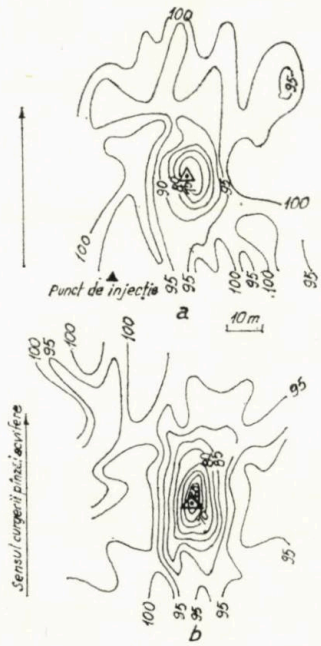


Fig.19. Determinarea vitezei de curgere a unei pînze acvifere prin metoda rezistivităţilor (după CGG; în Astier, 1972):
a — distribuţia rezistivităţilor la 24 ore după injectarea saramurii în foraj;
b — distribuţia rezistivităţilor după 48 ore.

1.9. *Determinarea salinităţii apelor subterane şi separarea zonelor cu ape cu salinitate redusă de cele cu ape sărate*

În zonele de coastă maritimă apar probleme hidrogeologice deosebite, legate de existenţa zonelor cu ape dulci, alături de zone cu infiltraţii ale apei marine. În astfel de situaţii, interesează delimitarea în plan a diferitelor zone acvifere, a adîncimii acestora, precum şi a canalelor submarine de contaminare, frecvente în calcarele carstificate sau în zonele de alterare ale formaţiunilor eruptive.

În sprijinul rezolvării acestor probleme stau variaţiile mari de rezistivitate, produse prin schimbarea salinităţii apelor. Tabelul 1 este ilustrativ în acest sens.

Tabelul 1

Formaţiunea acviferă	Rezistivitatea, ohmmetri	
	saturare cu apă dulce (0,8 g NaCl/l) de rezistivitate 7 Ωm	saturare cu apă de mare, de rezistivitate 0,2 Ωm
Nisipuri	56	1,6
Gresii	143	4,1
Calcare fisurate sau eruptiv alterat	300	8,6

De reţinut că există o nedeterminare în separarea nisipurilor cu apă sălcie de argile sau marne, rezistivităţile lor fiind comparabile.

Pentru separarea pe hărţile de rezistivităţi a zonelor acvifere, după gradul lor de salinitate, pe baza SEV-urilor executate la forajele în

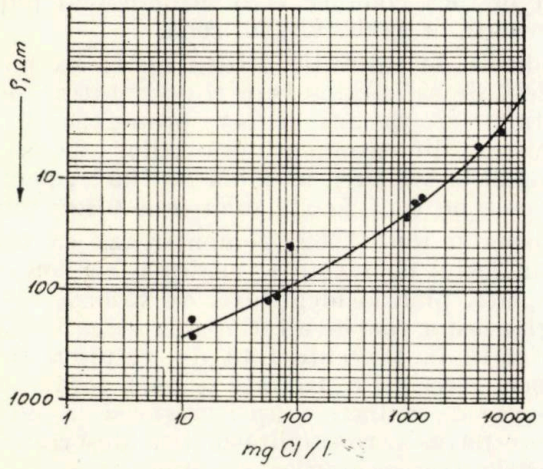


Fig. 20. Abacă pentru determinarea salinităţii apelor (a concentraţiei în Clor) în zona Zuiderzee (Olanda) pe baza măsurătorilor de rezistivitate (după Volker şi Dijkstra, 1955).

care este cunoscută salinitatea apelor, se întocmesc abace, în care rezistivitatea acviferului este dată în funcţie de conţinutul în săruri al apelor.

În figura 20 este prezentată o astfel de abacă, pe baza căreia Volker şi Dijkstra (1955) au transformat — la Zuiderzée, în Olanda — hărţile de rezistivităţi, în adevărate hărţi ale distribuţiei salinităţii apelor.

În Olanda, s-a pus şi se pune cu acuitate problema separării orizonturilor cu apă dulce, de cele cu apă sărată, infiltrată din mare. În linii mari, situaţia hidrogeologică este următoarea. Apă proaspătă există în dunele litorale (prin infiltrarea precipitaţiilor atmosferice) unde se află în echilibru cu apa infiltrată din mare. Spre interiorul ţării, în subsolul nisipos al polderelor, apa este sălcie, salinitatea ei crescînd cu adîncimea, ca rezultat al descreşterii infiltrărilor din precipitaţii în zonele adînci îmbibate cu apă de mare. De cele mai multe ori apa dulce din precipitaţii nu poate pătrunde în nisipurile pleistocene, deoarece polderele sînt acoperite de un strat impermeabil de argile şi turbe holocene, impermeabile. Apa proaspătă se găseşte în creasta nisipurilor glaciare, situate mai spre est, în interiorul ţării. Dar distribuţia apelor în acviferul pleistocen este mult mai complicată.

În urma rezultatelor bune obţinute de Volker şi Dijkstra (1955), între anii 1957 şi 1966, în cadrul unui program naţional, aproape întreaga Olandă a fost cercetată prin sondaje electrice verticale, cu dispozitive de emisie maxime $AB = 800$ m, uneori $AB = 1\,400$ m. Rezultatele prospecţiunilor electrice sînt comunicate de Van Dam şi Meulenkamp (1967). Au fost determinate următoarele valori de rezistivităţi pentru diferitele acvifere:

— nisipuri cu apă dulce circa 40 ohmmetri;
— nisipuri cu apă sălcie circa 12 ohmmetri;
— nisipuri cu apă sărată circa 3 ohmmetri.

Pe baza acestor deosebiri în rezistivitate şi folosind abacele de transformare în conţinut în clor al apelor, au fost redactate hărţile şi secţiunile distribuţiei salinităţii apelor pentru întreaga Olandă. Prin interpretarea cantitativă a diagramelor de SEV, a mai fost obţinută harta grosimii orizontului cu apă dulce, din pleistocenul acvifer.

Forajele executate ulterior au confirmat datele prospecţiunii electrice. Erorile de determinarea adîncimii stratelor au fost de pînă la 10%, rareori 15%, iar cele de determinare a salinităţii apelor tot de 10%, dar au atins şi 20%, cînd compoziţia chimică a apelor a diferit mult faţă de cea obişnuită.

Separări de ape dulci de cele sărate au fost anterior efectuate, pe scară mai redusă, de Breusse şi Poldini (1950), în nisipurile omogene ale dunelor din peninsula Capului Verde, la Dakar (Senegal).

În acviferul aluvial al regiunii Bovalino Marina din Calabria, Mouton (1961), prin determinări de rezistivităţi, deosebeşte apele cu rezistivităţi mari (cca 3000 ohm-cm) de bună calitate, faţă de cele mai mineralizate (cca 1 500 — 2 000 ohm-cm), stabilind şi zona de invazie a apelor sărate marine, din Marea Ionică, cu rezistivităţi foarte mici (cca 500 ohm-cm). În acest mod, s-a constatat o extindere a invaziei marine, ca rezultat al unei exploatări iraţionale a apelor dulci. Cu această ocazie, prin datele de rezistivitate, a fost realizată şi o cartografiere a durităţii apelor.

1.10 *Determinarea porozităţii formaţiunilor geologice*

Archie (1942) a stabilit, pe cale experimentală, curbe de variaţie a porozităţii totale P a unui acvifer neargilos, în funcţie de factorul de rezistivitate sau de formaţiune F — definit ca raportul dintre rezistivitatea ρ a formaţiunii geologice şi rezistivitatea ρ_e a apei de îmbibaţie ($F = \rho/\rho_e$) (fig. 21).

Cînd porozitatea creşte, rezistivitatea formaţiunilor acvifere descreşte şi această descreştere este mai accentuată pentru rocile fisurate. Acest fapt este ilustrat în tabelul 2.

După curba *1* din figura 21 porozitatea limită (48%) corespunde unui factor de formaţiune de 2,5. Cînd factorul de formaţiune este mai mic de 2,5, aluviunile sînt, cu siguranţă, argiloase. Pentru determinarea porozităţii formaţiunilor acvifere argiloase, au fost stabilite abace similare.

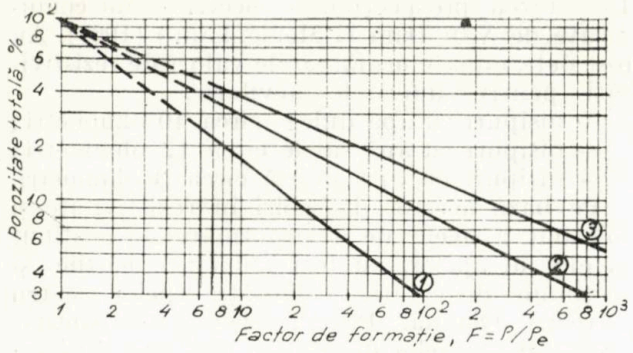


Fig.21. Relaţiile dintre formaţiunile neargiloase şi factorul lor de rezistivitate (după Archie, 1942):

1 — formaţiuni geologice mobile (nisipuri, pietrişuri şi bolovănişuri); *2* — formaţiuni consolidate cu porozitate interstiţială (gresii, cuarţite etc.); *3* — formaţiuni consolidate (compacte) cu porozitate de fisuri şi goluri (calcare şi dolomite carstificate şi eruptive alterate).

Tabelul 2

Porozitatea	Rezistivitatea, ohmmetri		
	nisipuri	gresii	calcare fisurate
10%	200	80	2 250
20%	80	210	430
Factorul de formaţiune	2,5	3,8	5,2

1.11. *Determinarea debitului formaţiunilor acvifere*

Sarma şi Rao (1962) de la Universitatea Andhra (Waltair, India) au studiat în laborator rezistivitatea rocilor în funcţie de rezistivitatea electrolitului (evidentă funcţie inversă a salinităţii electrolitului), de dimensiunile grăunţilor de rocă şi — în mod special — de saturarea în electrolit a rocilor.

În figura 22, sînt reprezentate în ordonată rezistivităţile unei probe de rocă, iar în abscisă

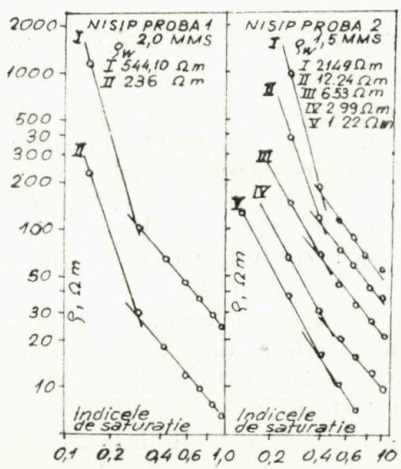


Fig. 22. Variaţia rezistivităţii rocilor cu gradul lor de saturare în electrolit (după Sarma şi Rao, 1962).

gradul (indicele) ei de saturaţie (de la 0 la 100%) cu electrolit. Punctele care arată scăderea rezistivităţii rocii la creşterea concentraţiei sale în electrolit nu se înscriu pe o singură linie dreaptă, ci pe două linii. Coordonatele punctului de intersecţie a acestor linii definesc indicele de saturaţie critică (în abscisă) şi rezistivitatea critică (în ordonată). De la acest indice de saturaţie critică, adăugirea de electrolit în rocă conduce la o scădere mai puţin accentuată a rezistivităţii rocii.

Indicele de saturaţie critică apare ca independent de salinitatea (sau rezistivitatea) electrolitului şi variază direct proporţional cu reducerea dimensiunilor grăunţilor de rocă, ajungînd la valoarea maximă de 100%, pentru particule de rocă foarte mici (cca 0,125 mm).

Sarma şi Rao (1962) demonstrează că valorile indicelui de saturaţie critică a rocilor sînt apropiate, pînă la identitate, de valorile capacităţii acestor roci de a reţine apa — capacitate exprimată în procente faţă de volumul total al rocii. Această capacitate a unei formaţiuni geologice de reţinere a apei creşte şi ea odată cu creşterea permeabilităţii (cu descreşterea dimensiunilor grăunţilor de rocă).

Prin determinarea pe aflorimente a rezistivităţii formaţiunilor acvifere şi prin compararea dimensiunilor grăunţilor de rocă ai formaţiunii cercetate cu cele pentru care s-au determinat curbe de genul celor din figura 22, se determină — în abscisa acestor reprezentări — indicele de saturaţie critică, care nu variază cu compoziţia şi concentraţia chimică a apelor. Pe baza identităţii indicelui de saturaţie critică a unei roci cu capacitatea ei de reţinere a apei se pot face aprecieri asupra acestei capacităţi, asupra permeabilităţii formaţiunii acvifere, asupra debitului său.

Determinările de rezistivitate, executate pe aflorimentele stratelor de la marginea bazinelor sedimentare, pot da astfel informaţii asupra debitului acvifer din aceste strate în interiorul bazinului, acolo unde se pot drena apele. În acest fel pot fi evitate foraje costisitoare şi nu întotdeauna productive, apelîndu-se — cel mult — la un singur foraj, pentru verificarea ipotezei hidrogeologice emisă pe baza datelor prospecţiunii electrice.

1.12. *Studiul alimentării apelor subterane*

Informaţii asupra căilor de alimentare a apelor subterane se obţin cînd se urmăresc şi alte probleme prin metodele de rezistivitate, ca: determinarea ariilor de permeabilitate crescută, a văilor subterane etc. Studii privind căile alimentării apelor subterane, prin metoda determinării rezistivităţilor apelor au fost făcute de Mouton (1961) în regiunea Palermo şi Perugia (Italia) şi Berger (1961) în zona Lignières (Jura elveţiană).

Prin măsurarea rezistivităţii apelor din regiunea vulcanică a lacului din craterul Nemi

(fig. 23), din estul Romei, se evidenţiază clar două tipuri de ape subterane : ape mineralizate cu rezistivitate scăzută, pe flancul de NE al vulcanului şi ape dulci, pe versantul de NV. Apele lacului care ocupă fundul lacului au un caracter mixt (Mouton, 1961).

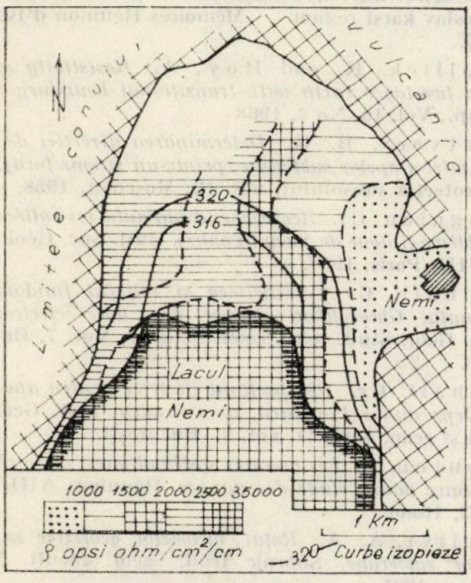


Fig. 23. Harta rezistivităţilor apelor subterane în zona lacului Nemi, regiunea Roma (după Mouton, 1961).

Drogue (1964), prin măsurători ale rezistivităţii apelor văii Herault (Franţa), demonstrează că apele, traversînd un carst, se încarcă cu CO_3^{--} şi Ca^{++} şi pierd SO^{++}, conţinutul în NaCl rămînînd constant. Rezistivităţile scad din amonte către aval (fig. 24), această evoluţie fiind rezultatul aportului de ape bicarbonatate calcice din carst.

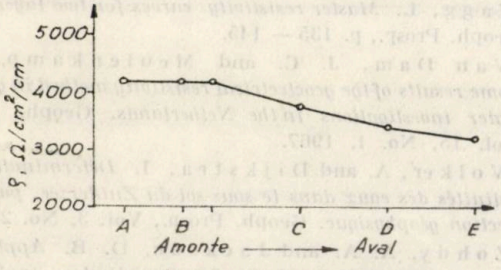


Fig. 24. Variaţia rezistivităţii apelor rîului Hérault (Franţa) la trecerea printr-o zonă de carst (după Drogue, 1964).

2. Procedee de determinare a adîncimii şi grosimii formaţiunilor acvifere din datele metodelor de rezistivitate

În cazul a două strate şi pentru un dispozitiv de emisie-recepţie de configuraţie Wenner *a*, Tagg (1934) a calculat abacele care permit determinarea adîncimii limitei de separaţie a celor două strate, din datele de rezistivitate obţinute prin sondajele electrice verticale.

La Compagnie Générale de Géophysique (1955) au fost calculate curbele teoretice pentru cazul a 3 strate orizontale, omogene şi izotrope, avînd în vedere diferite valori ale rezistivităţilor primului şi celui de al doilea strat şi în situaţia în care stratul al treilea (bedrock-ul) este fie foarte rezistiv fie foarte conductor.

Plecînd de la integrala Ştefănescu (1930) a potenţialului din expresia rezistivităţii, Flathe (1963) a calculat 72 curbe teoretice pentru cazul a cinci strate.

La National Geophysical Research din Hyderabad Mallick şi Roy (1968) au elaborat o altă metodă, ca urmare a situării apelor, într-o mare proporţie în India, într-un orizont de roci eruptive fisurate, la partea superioară a eruptivului compact, în condiţia existenţei unui strat acoperitor de sol. În această conjunctură hidrogeologică, metoda ia în considerare (în condiţiile unei stratificaţii orizontale, omogene şi izotrope) două strate separate de un al treilea, în care rezistivitatea variază crescător cu adîncimea, de la valoarea rezistivităţii primului strat la valoarea foarte mare a rezistivităţii fundamentului izolant.

Observaţii generale

Din prezentarea făcută mai sus, rezultă că metodele de rezistivitate reuşesc să rezolve o gamă foarte largă de probleme ale prospecţiunii pentru ape subterane.

Din punctul de vedere al metodicii de prospecţiuni, în mod evident este recomandabil ca, în cazul stratificaţiei orizontale din cele mai multe bazine sedimentare, să se cerceteze prin sondaje electrice verticale ; în situaţia elementelor structurale sau tectonice verticale sau înclinate, să se investigheze prin metodele profilării sau gradientului, la unul sau două niveluri. Datele de rezistivităţi obţinute pentru un al doilea nivel sînt utile în determinarea înclinărilor.

Redactarea grafică a datelor şi interpretarea se fac pe : diagrame de rezistivităţi (fig. 13), hărţi de rezistivitate aparentă la diverse niveluri (fig. 12), secţiuni de rezistivităţi (fig. 3), hărţi ale grosimii stratelor (fig. 6), reprezentări de sondaje electrice circulare (fig. 17) şi hărţi cu izobate ale orizonturilor conductoare-reper (fig. 2) sau rezistive-reper (fig. 8).

Hărţile abscisei minimului care precede intrarea în orizontul rezistiv-reper (Mihail, 1972) nu furnizează informaţii suplimentare esenţiale, faţă de harta cu izobate a fundamentului rezistiv şi nici hărţile de rezistenţă transversală — T — sau conductanţă orizontală — S — (Serres, 1969), faţă de hărţile de rezistivitate.

Este însă foarte util să se redacteze hărţi cu izolinii ale tipurilor diagramelor de sondaj electric (fig. 10), care — regăsind structurile geologice evidenţiate pe alte hărţi geoelectrice

— pot atesta calitatea bună a lucrării de prospecțiune; ca și hărți ale distribuției coeficientului de anizotropie, în conformitate cu stilul tectonic general al regiunii cercetate (fig. 10), pentru delimitarea ariilor în care acest coeficient se aplică, în mod diferențial, la întocmirea hărților cu izobate.

Rezultatele bune obținute pe teren, prin metodele de rezistivitate, în prospecțiunile pentru descoperirea de noi surse acvifere, pentru precizarea elementelor structurale de care se pot lega circulațiile acvifere și pentru determinarea unor caracteristici ale formațiunilor acvifere, alături de expeditivitatea tehnicii de prospecțiune, relativa simplitate a interpretării și costul redus al lucrărilor, fac ca aceste metode să fie cele mai utilizate la rezolvarea problemelor de hidrogeologie.

BIBLIOGRAFIE

[1] Airinei, St. *Geofizica*. Centrul de multiplicare al Universității din București, 1972.

[2] Andriescu, Gh. și Mihail, Cr. *Cercetări geoelectrice pentru descoperirea de noi surse de ape termale la Băile Felix, Jud. Bihor*. I.G.G. Stud. tehn. econ., Seria D, nr. 11, 1975.

[3] Arandjelović D. *Geophysical methods used in solving some geological problems encountered in the construction of the Trebisnyca power plant (in Yugoslavia)*. Geoph. Prosp. Vol. 14, No. 1, 1966.

[4] Archie, G. E. *The electrical resistivity in determining some reservoir characteristics*. Petrol. techn. January, 1942.

[5] Astier, J. L. *Geophysique appliquée à l'hydrogéologie*. Masson Edit. Paris, 1971.

[6] Breusse, J. J., *Modern geophysical methods for subsurface water exploration*. Geophysics, vol. 28, No. 4, 1963.
— et Poldini, E. *La prospection électrique du sous sol à faible profondeur*. Les méth. de la CGG, Paris, 1950.

[7] Berger, A. *Propositions pour la normalisation de la mesure de la conductivité de l'eau*. Reun. AIH, Rome, 1961.

[8] Castany, G. *Prospection et exploitation des eaux souterraines*. Dunod, Paris, 1968.

[9] C.G.G. *Abaques de sondage électrique*. Geoph. Prosp. Vol. 3, Suppl., 1955.

[10] Drogue, Cl. *Etude géologique et hydrométrique des principales résurgences de la région Nord-Montpellieraine.*, Th. 3. Montpel. 1964.

[11] Dutta, N. P., Bose, R. N. and Saikia, B. C. *Detection of solution channels in limestone by electrical resistivity method*. Geoph. Prosp., vol. 28, No. 3, 1970.

[12] Flathe, H. *Five layer master curves for the hydrogeological interpretation of geoelectric resistivity measurements above a two-storey aquifer*. Geph. Prosp., Vol. 11, No 4, 1963.

[13] Gàlfi, J. *Hydrogeophysical exploration*. Research institute for water resources development (*UNESCO* international postgraduate course) Budapesta, 1972.

[14] Korim, K. et Liebe, P. *Les eaux de profondeur des environs de Héviz*. Revue d'hydraulique. No. 3, Budapest, 1970.

[15] Kovacević, S. and Krulc, Z. Some aspects of geoelectrical investigation for groundwater in the yugoslav karst region. Mémoires Réunion d'Istambul, 1967.

[16] Mallick, K. and Roy, A. *Resistivity sounding on a two-layer earth with transitional boundary*. Geoph. Prosp., Vol. 16, No 4, 1968

[17] Matveev, B. K. *Determinarea direcției de curgere și a vitezei apelor subterane, printr-un singur foraj*. Prosp. și protecția subsolului, vol. 12, Moscova, 1958.

[18] Mégnien, Cl. *Recherches d'eau dans les vallées sèches. Problème tipique de Sacy (Yonne)*. Bull. Soc. Géol.France, 6, VIII, Paris, 1957.

[19] Mihail, Cr. *Adincimea și relieful fundamentului bazinului Gheorghieni deduse din date electrometrice*. Inst. Geol. Stud. tehn. econ. Seria D, Vol. 7, București, 1970.

[20] Mihail, Cr. *Prospecțiuni electrice pentru ape termale in Depresiunea Panonică, zona Oradea*. Inst. Geol. Stud. tehn și econ. Seria D, vol. 9, București.

[21] Mouton, J. *Les mesures systématiques de la résistivité des eaux dans l'étude des nappes*. Réunion AIH, IV, 19 — 23, Rome.

[22] Ogilvi, A. A. *Rolul metodelor geofizice în studiul apelor subterane*. Sbornic trud. geol. facult. Moscov. Univ., 1961.

[23] Pricăjan, Artemiu. Apele minerale și termale din România. Ed. tehnică, București, 1972.

[24] Sarma, V. V. J. and Rao, V. B. *Variation of electrical rezistivity of river sands, calcite and quartz powders with water content*. Geophysics, Vol. 27, No. 4, 1962.

[25] Serres, Y. F. *Resistivity prospecting in a United Nations ground water project of western Argentina*. Geoph. Prosp. Vol. 17, No., 4, 1969.

[26] Ștefănescu Sabba. *Sur la distribution éléctrique autour d'une prise de terre ponctuelle dans un terrain à couches horizontales homogènes et isotropes*. Journal de physique et de radium, 7-ème serie, vol. 1, Paris, 1930.

[27] Tagg, L. *Master resistivity curves for two layer earth*. Geoph. Prosp., p. 135 — 145.

[28] Van Dam, J. C. and Meulenkamp, J. J. *Some results of the geoelectrical resistivity method in groundwater investigations in the Netherlands*. Geoph. Prosp. Vol. 15, No. 1, 1967.

[29] Volker, A. and Dijkstra, I. *Détermination des salinités des eaux dans le sous-sol du Zuiderzée, par prospection géophysique*. Geoph. Prosp., Vol. 3, No. 2, 1955.

[30] Zohdy, A. A. and Jackson, D. B. *Application of deep electrical soundings for groundwater exploration in Hawaii*. Geophysics, Vol. 34, No. 4, 1969.

RECENZII

Erich Schroll **GEOCHIMIA ANALITICĂ** (în două volume) Vol. I, **Metodică (ANALYTISCHE GEOCHEMIE** — in zwei Bänden — Band I **METHODIK)** Editura F. Enke, Stuttgart, 1975

În prefaţa lucrării, autorul arată necesitatea de a înlesni geologilor cunoaşterea posibilităţilor oferite de ştiinţele exacte care îl pot ajuta în munca lor şi printre care geochimia are un rol important, fie că este vorba de cartare, fie de rezolvarea unor probleme de geologie economică.

Volumul I este dedicat metodicii, iar volumul al II-lea, care urmează să apară, va constitui o introducere în bazele geochimiei şi se va ocupa de aplicarea acestei discipline în diferite domenii de activitate a geoştiinţelor.

Primul volum conţine 292 de pagini, 96 de figuri, 56 de tabele şi este divizat în şapte capitole.

Capitolul I, introductiv, expune poziţia pe care o are geochimia în domeniul geoştiinţelor şi menţionează că scopul şi metodica geochimiei analitice urmăreşte în primul rînd, completarea chimiei mineralelor, a petrochimiei şi a chimiei zăcămintelor prin cuprinderea elementelor rare şi stabilirea raporturilor dintre acestea şi elementele principale. Cunoaşterea chimismului total este necesară pentru stabilirea paragenezelor minerale. Pe baza identificării unor legităţi de dispersie a elementelor şi izotopilor şi cu ajutorul statisticii matematice, se pot aduce contribuţii importante la rezolvarea problemelor genetice.

Capitolul al II-lea (pag. 8 — 31) se ocupă de modul de recoltare a probelor pentru cercetări geochimice. Sînt indicate şi criteriile după care se pot lua probe sistematice pentru a fi folosite din punct de vedere statistic.

Capitolul al III-lea intitulat *Analize* este cel mai dezvoltat (pag. 33 — 183 la care se adaugă 11 pagini de bibliografie). Autorul este de părere că, pentru geochimist, chimia analitică nu constituie un scop în sine, ci numai o metodică de măsurare pentru ca, în condiţii raţionale de timp şi material, să se obţină o exactitate optimă a datelor de analiză. Această cerinţă implică o alegere critică sau o combinaţie a metodelor de analiză de care dispunem. În acest sens se arată că datele analizelor nu pot fi considerate „bune" decît dacă au fost obţinute şi reproduse aceleaşi valori cu cel puţin două, dar de preferinţă cu mai multe metode de analiză. Acest principiu îl determină pe autor să expună cu obiectivitate toate metodele folosite în prezent şi să arate modul în care se desfăşoară anumite analize. De asemenea, indică aparatura folosită şi redă pe larg mersul a 16 analize diferite, care prezintă un interes deosebit.

Se consideră că, prin combinarea metodelor de spectroscopie optică şi de analiză prin fluorescenţă cu raze X, pot fi determinate cu destulă sensibilitate peste 50 de elemente din sistemul periodic.

Capitolul al IV-lea (pag. 194 — 238) tratează valorificarea statistică a rezultatelor obţinute prin analize. Folosirea statiticii matematice stimulează obiectivitatea concluziilor ce se pot trage din analizele efectuate. Se arată metodica de lucru şi se dă atenţie cuvenită reprezentării grafice a rezultatelor.

Capitolul al V-lea cuprinde tabelele anexe (pag. 242 — — 285), începînd cu tabelele de greutăţi atomice, de raze ionice şi atomice, potenţiale ionice etc.

Capitolul al VI-lea redă (pag. 286 — 287) titlurile complete ale lucrărilor indicate prescurtat în text.

Capitolul al VII-lea (pag. 288 — 292) reprezintă indexul unora din noţiunile folosite în text.

Autorul consideră că vechea deviză a geologilor „mente et malleo" trebuie întregită cu „spectro et nummero"! După părerea noastră, geochimia ca şi geofizica, geomatematica etc. au contribuit ca geologia, să fie definită cuprinsă în sfera ştiinţelor exacte.

(Lucrarea poate fi consultată în biblioteca Institutului de geologie şi geofizică — Bucureşti)

V. Patriciu

INFORMAŢII

Expoziţia de utilaj pentru cărbune (Ugoli) 1975, din oraşul Donetk (U.R.S.S.)

Expoziţia specializată internaţională de utilaje, maşini, aparate şi mijloace de automatizare pentru industria cărbunelui „**Ugoli 1975**" a fost organizată lîngă stadionul „Minerul", pe o suprafaţă de circa 10 000 m², din care acoperită circa 3 500 m², la care au participat U.R.S.S., R. P. Polonă, R. P. Ungară, R. D. Germană, R. S. Cehoslovacă şi firme din Anglia, Franţa, R. F. Germania, Japonia, S.U.A., Olanda.

Din punctul de vedere al diversităţii şi complexităţii exponatelor, expoziţia a reprezentat una din cele mai complete expoziţii de utilaje pentru industria carboniferă.

Exponatele au reprezentat, în cea mai mare parte, modele experimentale sau prototipuri, precum şi orientări noi în mecanizarea extracţiei cărbunelui din subteran, ca rezultate ale activităţii institutelor de cercetări şi proiectări din ţările respective.

Astfel, principalele grupe de exponate au cuprins utilaje, maşini şi instalaţii complexe pentru:

— săparea şi susţinerea galeriilor în cărbune şi steril;
— săparea şi susţinerea lucrărilor verticale;
— tăierea, încărcarea, susţinerea şi transportul cărbunelui în abataje;
— perforat galerii, cu 1 şi 2 braţe;
— prepararea cărbunelui;
— locomotive electrice de 10, 14 şi 28 t;
— autobasculante de 27 şi 40 t;
— echipament electric de distribuţie şi transformare în construcţie antigrizutoasă;
— echipamente pentru producerea şi distribuţia agentului hidraulic;
— serii de motoare electrice în construcţie modernizată de tipul antideflagrant şi antiexploziv;
— echipamente pentru salvare minieră;
— echipamente şi instalaţii pentru dispecerizarea şi urmărirea automată a producţiei în mină.

★

În sectorul sovietic al expoziţiei, care ocupa o suprafaţă de circa 4 000 m², au fost prezentate circa 200 exponate. În acest sector au fost expuse cele mai noi realizări ale construcţiei de maşini pentru cărbune — maşini şi utilaje complexe pentru mecanizarea extracţiei cărbunelui din subteran şi de la suprafaţă, mijloace de automatizare şi comandă, utilaje, instrumente şi aparatură care asigură lucrul oamenilor în condiţii de securitate a muncii.

Un loc deosebit, în sectorul sovietic al expoziţiei, l-au ocupat cele mai noi mijloace de mecanizare şi automatizare a extracţiei cărbunelui, care eliberează pe mineri de munca fizică.

Sectorul sovietic a fost cel mai mare sector din expoziţie. La el au participat 11 ministere, peste 20 organizaţii de cercetare ştiinţifică, proiectare şi circa 60 întreprinderi industriale.

Pe terenul neacoperit ca și în pavilionul sectorului sovietic au fost expuse circa 200 exponate dintre care 83 în funcțiune. Pe aleea de la intrare au fost prezentate legăturile economice externe ale U.R.S.S. cu o serie de țări ale lumii în sectorul extracției cărbunelui.

Exponatul central, la intrarea în sectorul sovietic, a fost instalația de foraj mobilă, în cariere, tip 2 SBS - 200 N, care permite forajul, atît vertical, cît și înclinat. Instalația a fost înconjurată de machetele, în funcțiune, ale excavatoarelor cu cupă, de mare capacitate, de tipurile ES-15/90A, EKG-81 și EKG-12,5. În afară de acestea, în sectorul de transport minier, au fost expuse trei noi modele de locomotive electrice de tip K-10 și K-14 cu contact și cu acumulatori de tip ARP-14.

Unul din exponatele mai importante a fost complexul mecanizat pentru extragerea și susținerea cărbunelui de tip „Donbas" destinat pentru stratele subțiri cu grosime de 0,7—0,9 m și cu o înclinare de pînă la 20°.

De asemenea, a prezentat interes complexul automatizat tip KM-87 A, utilizat în strate cu grosimea de 1,3 — 1,95 m și înclinarea pînă la 15°; complexul are comandă centralizat-automatizată la care nu este necesară prezența permanentă a muncitorilor în abatajul de lucru.

A fost expusă, de asemenea, combina de tăiere R-128 P pentru strate de 2 — 3,5 m și cu înclinarea pînă la 35°, care reprezintă un unicat în practica mondială. Combina extrage cărbunele fără să i se pregătească dinainte nișa, avînd posibilitatea să o execute singură, este în construcție antigrizutoasă și dotată cu sistem de absorbția prafului de cărbune. Se poate conduce prin comanda prin radio sau automat.

Ca o noutate, a fost expusă combina de înaintare tip PK-9 RA care, spre deosebire de toate celelalte combine de pînă acum, are comandă de la distanță sau comandă program automatizată pentru tăierea și încărcarea materialului, inclusiv pentru deplasarea ei.

A mai fost expusă combina de înaintare tip 4 PP-2 înzestrată cu patru viteze care lucrează în roci cu duritatea de pînă la $f = 6$.

Foarte interesant a fost și complexul de înaintare cu combină de înaintare tip KN-5 N, care asigură înaintarea concomitent cu ancorarea și susținerea tavanului cu plasă metalică, utilizîndu-se în lucrări miniere orizontale și cu înclinare pînă la 35°.

Au fost expuse, de asemenea și instalații de perforat de tip BUE-1 și BUE-3; care execută foraje în regim rotativ sau rotopercutant în roci cu coeficient de duritate de $f = 14—16$.

De un interes deosebit s-a bucurat complexul de săpat puțuri de mină tip PD-2. Acest complex poate executa puțuri cu Ø = 7m și adîncimea maximă de 1 000 m. Organul său de execuție este de tip planetar și funcție de tăria rocilor se poate dota cu cuțite tăietoare sau cu role, de tipul sapelor de foraj. Concomitent poate executa betonarea continuă a puțului și lucrează în roci cu duritatea de pînă la $f = 8$.

Pentru transportul în subteran, un loc deosebit l-au ocupat transportoarele cu bandă cu lățimea de 800, 1 000 și 1 200 mm. Au fost expuse 4 modele de transportoare telescopice cu puteri instalate de 40 la 500 kW. Astfel, tipul 1 LT-80 sau 1 LU-100 foarte larg utilizat în U.R.S.S., care transportă cărbunele cu granulația de pînă la 500 mm pe înclinări de pînă la 18° și debite Q = 560 t/h.

Din discuțiile purtate a rezultat că în prezent sînt preocupări pentru analizarea posibilităților de introducere a unor foarte moderne transportoare cu bandă din cauciuc care să aibă posibilitatea de a lucra în pantă de pînă la 25° și unele chiar să transporte personalul în subteran sau pe magistrale avînd puteri instalate de pînă la 1 500 kW.

Pentru transportul masei miniere în cariere au fost expuse două autobasculante de tip BELAZ cu capacitatea benei de 27 t și 40 t.

În pavilionul central au fost expuse și utilaje pentru instalațiile de prepararea cărbunelui, cum ar fi:

— mașină centrifugală de separare-filtrare tip NOGS-1120 F pentru săparea cărbunelui foarte mărunt, reactivi și suspensii:

— aparatul APTR pentru măsurarea continuă a temperaturii punctului de lichefiere a gazelor, parametrii de bază care determină acțiunea corozivă a amestecurilor de gaze.

De interes deosebit s-a bucurat aparatul AMT-31 care a fost făcut pentru controlul teleautomatizat continuu al conținutului de metan în atmosferă minieră și protecția automată împotriva gazelor din mină. Este în construcție intrinsecă. Se execută în trei variante: pentru controlul local, centralizat al metanului și protecția împotriva gazului de mină. A fost expus și metanometrul îmbunătățit tip SS-2 și o serie de aparatură de salvare minieră.

Au mai fost expuse două noi tipuri de lămpi portative cu acumulatori și anume:

— lampa cu acumulatori tip LAS-11 T, destinată pentru iluminatul local al lucrărilor miniere din industria cărbunelui cu pericol de gaze și praf de cărbune;

— lampa cu acumulatori tip LAS-11 K, care este destinată tot pentru lucrările subterane, dar pe lîngă reflector are și un tub cu luminescență pentru creșterea fluxului luminos la lucrările de întreținere și reparații.

Un loc însemnat la intrarea în pavilionul central l-a ocupat aparatura, mijloacele de automatizare și sistemele de comandă ca:

— sistemul telemecanic tip TVCiS, care transmite informații din diverse sectoare din subteran la suprafață jucînd un important rol în controlul operativ al procesului de producție;

— subsistemul de transmitere a teleinformațiilor de tip PPT-D care transmite informații de la utilaje în mișcare spre un punct de centralizare.

A mai fost expus cîntarul de bandă electro-hidraulic de tip EGV pentru cîntărirea automată a materialelor transportate pe bandă, cu un înalt grad de precizie.

A mai fost prezentat calculatorul M-6000/ASVT-M utilizat pentru controlul automat și coordonarea lucrului utilajului tehnologic și al complexelor în procesele de producție din industria carboniferă. De asemenea, un sector important în acest pavilion l-a ocupat utilajul electric minier în construcție antigrizutoasă.

Din discuțiile purtate a rezultat că utilajele expuse sînt rezultatul creației colaborării inginerilor, tehnicienilor, constructorilor și muncitorilor din industria cărbunelui, a construcțiilor de mașini, electronicii și electrotehnicii și a altor ramuri industriale ale U.R.S.S.

La standul R. P. Polone a fost prezentat, ca noutate, un complex de susținere mecanizată făcut în cooperare cu firma HEMSCHEIDT din R F.G., echipat cu o combină de fabricație proprie de tipul KVB-3 RSD cu o putere de 2 × 135 kW și o greutate de 31 t alimentată la 1000 V.

Din discuții a rezultat că acest utilaj nu se oferă încă la export.

Utilajele mai importante prezentate de R. S. Cehoslovacă au fost de la firma OSTROJEXPORT provenite de la OSTROJOPAVA și au constat din următoarele:

— complexe de mecanizare minieră pentru strate cu grosimi de 1,2 — 2,5 m și 1,7 — 3,20 m;

— transportor blindat cu trei lanțuri și cu stații de acționare ancorată avînd puteri de 75 sau 100 kW;

— mașină de rambleat pneumatică tip ZP-200.

De asemenea au fost prezentate panouri cu fotografii privind două combine de abataj cu următoarele caracteristici:

— tip KSV-200 A, pentru strate cu grosimea de 2÷3,2 m și puterea de 2 × 100 kW;

— tip KSV—80 B pentru strate cu grosimea de 0,7÷1,3 m și cu puterea de 1 × 100 kW;

— plug de tip PL-8 A pentru strate cu grosimea de 0,7 m și cu o putere de 2 × 100 kW.

În standul R. P. Ungară au fost prezentate mai multe panouri cu realizări ale industriei extractive carbonifere, cîteva machete ale unor instalații de haldat, transportoare cu bandă pentru carieră cu lungimea de 98 m, combina de înaintare F 6 - H, stîlpi și grinzi de abataj din duraluminiu etc.

Nu au avut documentații tehnice ci numai o listă de produse pe care le fabrică centrala minieră subordonată ministerului cărbunelui.

R. D. Germană a fost prezentă numai cu un stand cu machete ale instalațiilor de încărcat (excavatoare cu cupe) și mașinilor de haldat în lucrările din cariere, similare cu cele pe care le avem în dotare.

Firmele vestice au expus, în principal, susțineri mecanizate de diferite forme constructive și pentru strate subțiri și groase.

De asemenea, au mai expus monoraiuri pentru transportul materialului sau al personalului pe galeriile lungi de mină.

În ansamblu, expoziția internațională specializată de utilaj pentru industria cărbunelui a prezentat orientări noi în construcția de utilaje și mecanizarea proceselor grele din minele de cărbuni.

S-a constatat că utilajele nou construite prezintă robustețe, perfecționări tehnice în sistemele funcționale și, implicit, creșterea puterilor instalate pentru acționarea acestora.

Pentru mecanizarea săpării lucrărilor miniere s-au diversificat tipurile de combine PK, ajungîndu-se la o gamă variată de tipo-dimensiuni plecînd de la concepția de lucru clasică și ajungîndu-se la variante constructive de tipul unor complexe care, pe lîngă operațiile clasice noi, execută în plus o serie de operații ca: așezarea mecanizată continuă a plasei de sîrmă și a grinzilor de armare pe tavanul galeriei, absorbția prafului de cărbune provenit din frontul de lucru, sisteme hidraulice de ancorare și avans.

Pentru săparea suitorilor și puțurilor s-au conceput și executat instalații complexe de săpare, cu mai multe etaje de lucru, care asigură executarea mecanizată integrală a săpării și betonării lucrării respective, inclusiv a tuturor lucrărilor ajutătoare.

În domeniul combinelor de abataj s-au realizat noi tipuri în ideea lucrului cu doi tamburi cu dublă elice cilindrică, putînd executa astfel tăiere frontală și laterală, iar puterile totale utilizate pe o singură combină ajungînd la circa 480 kW.

Sistemele de avans cu lanț continuu de-a lungul frontului la aceste combine au fost înlocuite cu sisteme cremalieră cu roată specială de acționare, montată pe combină, sau cremalieră și mecanism cu lanț în circuit închis în zona de lucru a combinei.

Ambele sisteme asigură o gamă întreagă de avantaje ca: siguranță în funcționare, creșterea puterii utile a combinei, securitate sporită pe toată lungimea frontului etc.

În ceea ce privește evoluția construcției de complexe mecanizate de susținere, se constată o largă diversificare tipo-dimensională a acestora. Astfel s-a ajuns să se construiască complexe pentru înălțimi care variază de la 0,5 la 5,0 m, au portanță mărită ajungîndu-se la circa 140 t pe stîlp, modul de așezare a stîlpilor hidraulici asigură creșterea secțiunii libere a culoarului de circulație, perfecționarea sistemelor de prindere a frontului după trecerea combinei. Ca urmare a realizării acestui tip de construcție a fost posibilă așezarea mai rațională a echipamentului de comandă hidraulică și a instalației de iluminat. De asemenea, se asigură o producție sporită a stîlpilor principali hidraulici prin pozarea acestora în interiorul chesoanelor metalice din tălpi.

Pentru săparea lucrărilor miniere de înaintare în cărbune și steril s-au extins tipurile de cărucioare de perforat cu unul sau două brațe manipulatoare, precum și variante de asemenea sisteme avînd în completare organe de lucru prin percuție.

În domeniul construcției de pluguri pentru tăierea cărbunelui nu au apărut îmbunătățiri esențiale sau noutăți, cele prezentate fiind de tip static într-o construcție clasică.

Pentru executarea lucrărilor de foraj în cariere a fost prezentată o instalație de tip 2 SBS-200 N ca o variantă îmbunătățită a instalației vechi 2 SBS-200. Deosebirea între cele două tipuri amintite constînd în micșorarea timpului de manevre ajutătoare de mînuire a prăjinilor.

În construcția de echipamente de iluminat portativ s-a remarcat îmbunătățirea constructivă a corpurilor de iluminat prin integrarea celui de al doilea sistem cu iluminat fluorescent pe lîngă cel incandescent. De asemenea s-au realizat sisteme de sesizare a apariției metanului prin pîlpîirea lămpii portative.

În concluzie, considerăm că expoziția internațională de utilaj pentru industria carboniferă „Ugoli 1975" a reprezentat un larg schimb de experiență tehnico-științifică între toți specialiștii participanți privind mijloacele mecanizate și automatizate de extracție a cărbunelui și a contribuit la opera de dezvoltare în continuare și dotare cu mijloace moderne a exploatării zăcămintelor de cărbune.

Ing. **I. Mărăscu** și
ing. **Gh. Olariu**

ȘTIRI

PRODUCȚIA DE MINEREURI DE FIER IN ANUL 1974

Producția mondială de minereuri de fier a înregistrat o ușoară creștere în anul 1974 cînd a ajuns la 810 mil.t, față de 794 mil. t în 1973 și 751,4 mil. t în 1972.

Dintre țările care au produs peste 10 mil.t/an, s-a înregistrat o creștere a producției în Australia (85 mil.t), Brazilia (50 mil.t), Canada (50 mil.t), India (35 mil.t), Liberia (22mil.t) Peru (13,5 mil.t), Suedia (36 mil.t), U.R.S.S. (225mil.t) și Venezuela (26,11 mil.t); producția a scăzut în Franța (54,73 mil.t) și S.U.A. (84 mil.t)

Dintre țările cu producție pînă la 10 mil. t/an, se menționează Chile (10 mil. t), Angola (6 mil. t), R. P.D. Coreeană (8,20 mil. t), Mauritania (9,50 mil. t) și Spania (7,5 mil. t), unde s-au înregistrat creșteri de producție.

Producția a rămas aceeași ca în anul 1973 în R. P. Chineză (45 mil. t) și Republica Sud-Africană (11 mil. t).

Cu toate că în majoritatea țărilor capitaliste producția de oțel a fost în declin, cererea de minereuri de fier și în special a celor de bună calitate s-a făcut resimțită. Aceasta explică și creșterea prețului fob al livrărilor de minereu, în cursul anului 1974, cu 25 — 30 %.

De altfel producția mondială de oțel a crescut la 710,11 mil. t în 1974, față de 697, 2 mil. t în anul 1973. În fruntea țărilor producătoare de oțel se găsește U.R.S.S. cu 136,3 mil. t, după care urmează S.U.A. cu 132 mil. t, Japonia (117,14 mil. t), R. F. Germania (53,24 mil. t), R. P. Chineză (27 mil. t) Franța (27 mil. t), Italia (23,86 mil. t), Anglia (22 mil. t), Belgia (16,23 mil. t), R. P. Polonă (14,7 mil. t), R. S. Cehoslovacă (13,7 mil. t), Canada (13,6 mil. t), Spania (11,5 mil. t) și alte țări în care producția este sub 10 mil.t/an.

Capacitatea totală a instalațiilor de fabricare a peletelor a ajuns la 166 mil. t/an și se prevede nivelul de 203 mil. t pelete în anul 1977.

Mining annual review 1975.

PRODUCȚIA MONDIALĂ DE BAUXITĂ IN ANUL 1974

În anul 1974 s-a înregistrat o ușoară creștere a producției de bauxită care a ajuns la 72,926 mil. t, față de 71,812 mil. t în anul 1973 și 66,392 mil. t în 1972. Prețul bauxitei la producător a crescut de la 29 c/lb la 39 c/lb.

Dintre țările mari producătoare de bauxită se menționează Australia (18,5 mil. t), Jamaica (15 mil. t), Surinam (7 mil. t) U.R.S.S. (6 mil. t), Guineea (6 mil. t), Franța (3,24 mil. t), R. P. Ungară (2,7 mil. t), Grecia (2,5 mil. t), R. S. F. Iugoslavia (2,4 mil. t) și S.U.A. (2,02 mil. t).

Către sfîrșitul anului 1974, datorită crizei economice din lumea capitalistă s-a constatat o scădere a cererii de bauxită, stocurile înregistrînd o creștere.

Cu toate acestea producția mondială de aluminiu a crescut în anul 1974 la 13,721 mil. t, față de 12,691 mil. t în anul 1973 și 11,500 mil. t în 1972. Țările cu producția anuală de peste 1 mil. t aluminiu sînt: S.U.A. (4,447 mil. t), U.R.S.S. (2 mil. t) Japonia (1,119 mil.t) și R. F. Germania (1,009 mil.t).

Mining annual review, 1975

PRODUCȚIA DE MINEREURI DE MANGAN IN ANUL 1974

Producția mondială de minereuri de mangan, în anul 1974, a fost 25 mil. t, față de 24,290 mil. t în anul 1973. Dintre țările producătoare se menționează: Australia (1,950 mil. t), Brazilia (2,400 mil. t), Gabon (2,100 mil. t), India (1,500 mil. t), R. Sudafricană (5 mil. t), țările socialiste (10,600 mil. t) și alte țări (1,450 mil. t).

Mining annual review, 1975

PRODUCȚIA DE CĂRBUNI ȘI PETROL IN ANUL 1974

Producția mondială de cărbuni în anul 1974, de 3,260 mil. t, s-a menținut aproape la nivelul din 1973 (3,202 mil. t) față de 3,159 mil. t cît s-a produs în anul 1972.

Dintre țările cu producție mare de cărbuni se menționează: U.R.S.S. (683 mil. t), S.U.A. (536 mil. t), R. P. Chineză (430 mil. t), Piața Comună din Europa de vest (364 mil. t), R. P. Polonă (198 mil. t), Australia (88 mil. t), India (82 mil. t) și R. Sudafricană (65 mil. t).

Producția de petrol brut, în anul 1974 a fost de 2,852 mil. t, față de 2,839 mil. t în anul 1973. Țările cu producția peste 100 mil. t/an au fost: S.U.A. (488,1 mil. t), U.R.S.S. (457 mil. t), Arabia Saudită (406,7 mil. t), Iran (302,1 mil.t), Venezuela (154,9 mil. t), Kuweit (114,4 mil. t) și Nigeria (112,8 mil. t).

Mining annual review, 1975

CAMIOANE DE MARE CAPACITATE PENTRU TRANSPORTUL IN CARIERE

În Franța, Compania Secmafer S. A. a fabricat camioane cu acționare hidraulică de 135 t; camionul este prevăzut cu motor diesel de 2 500 CP care acționează un sistem hidraulic de alimentare a fiecăruia dintre motoarele celor patru roți. Vehiculul are suspensie oleopneumatică, încărcarea materialului se face automat, acesta fiind uniform distribuit pe cele patru roți. Există și modele de capacitate mai mică: 63 t și 94 t.

Camionul Terex Titan (S.U.A.), construit pentru o greutate utilă de 315 t, cîntărește 530 t cînd este complet încărcat. Sursa de energie este furnizată de o instalație construită de General Motors, cu puterea de 3 330 CP; aceasta acționează un generator electric care furnizează curent celor patru motoare de acționare, montate pe roțile din spate. Camionul se folosește la minele de minereuri de fier din Eagle Mountain (California).

Mining annual review, 1975

TRADUCTOARE PENTRU DETECTAREA FRACTURILOR IN MASIVUL DE CĂRBUNE

În bazinul Campine (Belgia) la exploatarea huilei prin abataje cu front lung, cu susținere mecanizată, s-au observat frecvente rupturi în masiv, paralele cu frontul, care provocau surparea acoperișului și a cărbunelui. Aceste accidente împiedică bunul mers al exploatării și de aceea este important să se cunoască anticipat cînd și unde se produc.

Aparatul construit de Cerchar constă dintr-nn ansamblu de 16 tuburi cu diametrul de 43 mm, care are în total 4 m lungime. Fiecare tub are un conductor ale cărui capete sînt legate la o cutie cu borne. În interiorul tubului conductorul este întrerupt, legătura făcîndu-se printr-o dungă de vopsea (bună conducătoare) care este trasată după o generatoare a tubului. În momentul cînd tubul se deplasează puțin, nu se mai face legătura electrică prin intermediul dungii de vopsea încît circuitul este întrerupt.

Aparatul se introduce într-o gaură de 4 m forată în masivul de cărbune din abataj, în apropierea acoperișului și se cercetează pe rînd fiecare din cele 16 circuite, cu ajutorul unui ohmmetru, la cutia de borne. Cînd se constată întreruperea circuitului înseamnă că elementul de tub, respectiv, s-a deplasat datorită unei fracturi în strat.

Annales de Mines de Belgique, martie 1975

NOI DISPOZITIVE PENTRU DETECTAREA FOCURILOR SUBTERANE

Multe din detectoarele pentru semnalarea din timp a focurilor subterane nu au corespuns condițiilor în care au fost folosite (umiditate coroziune, curenți de aer etc.) și ca urmare au provocat alarme false sau nu au indicat apariția focului.

Laboratorul Anglo-American Electronics din Johanesburg a construit un detector cu ionizare care corespunde perfect condițiilor din mină. Aparatul, denumit Becon Mk II, este un analizor de bioxid de carbon dotat cu un sistem de măsurare la distanță cu multiplicare de frecvență. Avantajul deosebit pe care îl prezintă aparatul este că, practic, nu are părți corodabile și că nu este influențat de curenții de aer provocați de o ventilație forțată. Aparatul poate funcționa la temperaturi ridicate și în condiții atmosferice dificile.

O perfecționare adusă aparatului Bacon este priza de telefon pe care o are fiecare detector, pentru a se putea face legătura, pe această cale, între locul unde este amplasat detectorul și suprafață.

Un alt sistem de detectare a fost construit în S.U.A de F.M.C. Corp Advanced Products Division, 1105 Coleman Avenue (Box 1201, San Jose, California 95 108). Sistemul servește pentru detectarea din timp, a focului și avertizarea persoanei care poate lua măsurile corespunzătoare pentru izolarea zonei focului și prevenirea răspîndirii gazelor toxice, cum și la punerea în funcțiune de la distanță a rețelei de stropit în vederea stingerii focului.

Sistemul a fost verificat într-o mină de argint, la adîncimea de 1000 m. Focul a fost detectat, din timp și de la stațiunea de control de la suprafață s-au închis digurile de ventilație din apropierea focului, pentru a evita răspîndirea gazelor toxice. După izolarea focului s-a pus în funcțiune sistemul de stingere, focul fiind stins în mai puțin de 6 min.

Este indicat ca sistemul FMC să existe la toate orizonturile unei mine, cu legătură la o stație centrală de supraveghere. Cînd se dă alarma, operatorul observă pe panou locul unde este focul și dacă traductorul respectiv detectează fum, oxid de carbon sau temperatură ridicată. Bazîndu-se pe aceste informații aparatul de comandă pune în acțiune un claxon care alarmează personalul, în vederea retragerii din zona focului. Prin comanda de la distanță se închid ușile care izolează focul și împiedică răspîndirea gazelor și în același timp se declanșează sistemul de stropire.

Mining Magazine, august 1975

NOI MĂȘTI PENTRU PRAF

În Anglia (3M United Kingdom Ltd, 3M House, Wigmore Street, London W 1 A, 1 ET) s-au fabricat trei tipuri de mască, pentru diferite condiții de lucru, care prezintă avantajul că se folosesc o singură dată, deci nu mai pun probleme, de igienă, depozitare etc. Masca acoperă nasul, gura și bărbia. Masca tip 8710 care cîntărește numai 7 g a reținut 99 % din praful cu diametrul între 0,4 — 9,5 μ, la încercările făcute în laborator. Se poate folosi în mină și cariere, la instalațiile de preparare și oriunde se manipulează materiale cu bioxid de siliciu liber.

Masca tip 8713 este pentru turnătorii sau în locuri unde se degajă gaze cu miros neplăcut. Eficiența în reținerea prafului este asemănătoare cu cea a măștii tip 8710.

Al treilea tip de mască este destinată lucrătorilor de la topitoriile de aluminiu.

Măștile sînt răcoroase, se respiră ușor prin ele, nu împiedică vorbirea sau vizibilitatea și pot fi combinate cu ochelari de protecție.

Mining magazine, august 1975

INDEX BIBLIOGRAFIC 1975

GEOLOGIE, PROSPECȚIUNI ȘI EXPLORĂRI

Balteș, N. *Considerații palinologice asupra posibilităților de geneză, migrație și acumulărilor de hidrocarburi ale Platformei moesice — România*, nr. 9, p. 435

Bîrlogeanu, M. *Orientări noi în studiul capcanelor structurale și litostratigrafice din miocenul Depresiunii Transilvaniei*, nr. 7, p. 345.

Botez. C. *Radiogeodezia și aplicațiile ei în prospecțiunile platformelor continentale marine*, nr. 10, p. 490.

Cerchez, V., Th. Vasilescu, F., Mușat, V. și Voiculescu, C. *Stadiul actual al cercetărilor pentru valorificarea șisturilor bituminoase din Carpații Orientali*, nr. 2, p. 67.

Chișcan, V. *Detecția directă a acumulărilor de hidrocarburi a capcanelor litо-stratigrafice prin metoda seismică*, nr. 10. p. 476.

Codarcea, Fl. *Considerații asupra transformării materiei vegetale în turbă și posibilităților de valorificare a acesteia*, nr. 2 p. 74.

Costea, I., Comșa, D., Vinogradov, C., Motaș, L. și Balteș, N. *Studiul microfacial al depozitelor calcaroase jurasice superioare și cretacice inferioare din centrul Platformei moesice*, nr. 1 p.9.

Donos, I. și Georgescu Maria. *Tentativă de reinterpretare a structurii Săcel (Maramureș) pe baza unor noi date litologo-stratigrafice*, nr. 3, p. 109.

Ionescu, N. *Metodă de cercetare în prospectarea și explorarea capcanelor litо-stratigrafice*, nr. 11, p. 521

Mihail, Cr. *Aplicarea rezistivimetriei în hidrogeologie*, nr. 12, p. 598

Milcoveanu, D. *Unitățile de măsură ale mărimilor spectrale utilizate în explorările gravimetrice, magnetice și aeromagnetice*, nr. 10, p. 508.

Oprea, D. *Condițiile de formare a capcanelor litо-stratigrafice în flancul extern al avanfosei Carpaților meridionali*, nr. 7, p. 340.

Paraschiv, D. *Cîteva probleme referitoare la Carboniferul din Platforma moesică*, nr. 1, p. 5.

Paraschiv, D. și Cristian, M. *Cu privire la particularitățile regimului geotermic din sud-estul Depresiunii panonice*, nr. 3, p. 101.

Paraschiv, D. *Considerații asupra distribuției zăcămintelor de hidrocarburi din R. S. România*, nr. 4, p. 175.

Paraschiv, D. *Sarcini și perspective ale activității de prospecțiune pentru hidrocarburi în România*, nr. 5, p. 228.

Paraschiv, D. *Capcane subtile cu hidrocarburi în România*, nr. 6, p. 269.

Paraschiv, D. *Tipuri de capcane cu petrol și gaze în România*, nr. 6, p. 270.

Paraschiv, D., Popa, Gh., Moldovan, I. și Trancă, Al. *Zona petroliferă de la Vîlcea*, nr. 9, p. 417.

Paraschiv, D. și Popa, Gh. *Zăcămintele de hidrocarburi de la Calacea-Satchinez-Șandra-Variaș*, nr. 9, p. 423.

Paraschiv, D. *Zona petroliferă de la vest de București*, nr. 10, p. 471.

Rusu, T. *Condițiile geologice și economice de valorificare industrială a cărbunilor din bazinul Valea Jiului*, nr. 8, p. 404.

Stănescu, V. *Contribuții la studiul litologic al pliocenului din zona Independența*, nr. 1. p. 25.

Vernescu, Al. și Popa, Gh. *Utilizarea simulării statistice în ingineria zăcămintеor de petrol și gaze*, nr. 12. p. 578

FIZICA ZĂCĂMINTELOR DE PETROL ȘI GAZE

Bodnărescu, D. *Considerații privind efectul de superskin*, nr. 3, p. 136.

Pacoste, Gh. și Aldea, Gh. *Preocupări pentru creșterea factorului final de recuperare la zăcămintele de țiței din Republica Socialistă România*, nr. 4, p. 165.

Socol, S. și Cristian. M. *Realizări în intensificarea afluxului de țiței în sonde*, nr. 4, p. 185.

FORAJUL SONDELOR

Athanasiadis, A. *Utilizarea emulsiilor acide pentru stimularea sondelor*, nr. 9, p. 445.

Constantinescu, D. și Spătaru, E. *Procedeu de calcul al diametrului sapelor cu trei conuri*, nr. 10, p. 499.

Creț u, I. *Debitul necesar forajului cu aer*, nr. 5, p. 245.

Guțu, Gr., Socol, S., Constantinescu, P. și Fornazier, E. *Posibilități de micșorare a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate la injecția ciclică de abur* (I), nr. 1, p. 31.

Guțu, Fr., Socol, S., Constantinescu, P. și Fornazier, E. *Posibilități de micșorare a pierderilor de căldură din sondă în formațiunile traversate la injecție ciclică de abur* (II), nr. 2 p. 83.

Kromek, C. și Tocan, D. *Contribuții la calculul de rezistență a garniturii de prăjini de forare*, nr. 4, p. 194.

Mihăiescu, Șt. *Noi considerații de mecanică asupra sapelor cu conuri pentru foraj*, nr. 5, p. 249.

Pârvulescu, N. S. *Flambajul țevilor de extracție și al prăjinilor tubulare la pompajul de adîncime*, nr. 12, p. 583

Tatu, Gr. *Influența stării de solicitare asupra eficienței procesului de dislocare de la talpa sondei*, nr. 12, p. 583

EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR DE SUBSTANȚE MINERALE UTILE

Bădescu, I. *Contribuții la modul de evacuare a minereului înmagazinat și calculul parametrilor geometrici ai metodelor de exploatare*, nr. 8, p. 384.

Dascălu, C. și Rancea, Gh. *Sinteză privind experiența exploatării rezervelor de cărbune sub cursuri și acumulări de apă*, nr. 1, p. 44.

Dogaru, M. *Corelarea parametrilor de extracție și stabilitate la exploatarea sării prin dizolvare în R. S. România*, nr. 5, p. 239.

Kalmar, I. *Criterii geologice și tehnico-economice privind optimizarea lucrărilor miniere de suprafață*, nr. 3, p. 105.

Makkai, I. *Considerații privind tipurile d ecuații folosite în antecalculul elementelor albiilor de scufundare produse de exploatările subterane*, nr. 2, p. 79.

Stăicuș, I. *Soluții optime pentru haldarea rocilor argiloase în volume mari la cariera Lupoaia, bazinul carbonifer Oltenia*, nr. 6, p. 280.

PROBLEME DE TRANSPORT

Florea Carmen. *Perfecționarea transportului cu vagonete în subteran*, nr. 10, p. 484.

Singreorzan, V. și Oșan, V. *Centrarea benzilor — — un factor important în creșterea duratei lor de funcționare și de lărgire a domeniului de folosire a transportoarelor cu bandă*, nr. 1, p. 20.

AERAJUL MINIER

Matei, I., Băltăreț u Florica și Jurca, L. *Contribuții la dimensionarea instalațiilor de aeraj parțial aferente lucrărilor miniere de lungime mare*, nr. 5, p. 258.

Talpeș, I. *Aerajul parțial în cazul metodei de exploatare cu subetaje scurte*, nr. 2, p. 87.

PREPARAREA SUBSTANȚELOR MINERALE UTILE

Dobrescu, L. *Determinarea unui model matematic generalizat pentru procesul de măcinare*, nr. 9, p. 429.

Facsko, G., Manilici, A., Ilie P., Rădoi, I., Grișan, A., Guran, M., și Götz, A., *Valorificarea superioară a minereurilor sărace de mangan în vederea obținerii manganului metalic și a bioxidului de mangan pe cale electrolitică*, nr. 8, p. 397

Georgescu, D. *Considerații teoretice și cercetări experimentale în legătură cu evaluarea flotabilității mineralelor*, nr. 12, p. 592

Ilie, P. și Fînaț, I. *Programul statistic de încercări în laborator*, nr. 9, p. 439.

Jurca, G. *Despre iazurile de decantare a sterilului de la uzinele de preparare a minereurilor*, nr. 1, p. 36.

Magyari, A. *Studiul comportării dinamice a morilor cu bile*, nr. 6, p. 307.

Piso, P., Vazian, A. și Volovei Elisabeta. *Centrifuge și cercetarea posibilității de utilizare a lor în tehnologia de preparare a caolinului de Aghireș*, nr. 3, p. 123.

Stoica Ligia și Ortelecan Lucia. *Posibilități de recuperare a cuprului din apele reziduale ale instalațiilor miniere*, nr. 8, p. 409.

Szekely. L., Bara, L. și Vlaicu, M. *Îmbunătățirea filtrării suspensiilor caolinoase*, nr. 3, p. 119.

Szöcz Ecaterina și Szöcz, Șt. *Determinarea fotocolorimetrică a fosforului din minereuri și concentrate de fier*, nr. 10, p. 495.

Tătaru, S. *Unele caracteristici ale sterilelor de la prepararea minereurilor uranifere*, nr. 7, p. 321.

Țiplea, V. *Contribuții la introducerea progresului tehnic la extracția și prepararea minereurilor*, nr. 11, p. 527

PROBLEME IN LEGĂTURĂ CU METALURGIA SUBSTANȚELOR NEFEROASE

Ludman, T., Săsărean, O. și Varga, K. J. *Cercetări privind aplicarea și extinderea automatizării la instalațiile de preparare a minereurilor neferoase* nr. 11, p. 544

Manolea, Gh. și Căprar, I. *Metode și sisteme de comunicație utilizate în mină*, nr. 11, p. 532

Mateescu, M. *Industria metalurgică a metalelor neferoase grele și rare (însoțitoare) din țara noastră*, nr. 5, p. 256.

MECANIZARE ȘI AUTOMATIZARE

Adamache, I. *Pompa de adîncime perfecționată fără cămăși metalice*, nr. 4, p. 222.

Constantinescu, I. și Florea. Al. *Cercetări asupra vibrațiilor longitudinale ale sfredelelor în cazul perforatoarelor percutante*, nr. 7, p. 336.

Mircescu, Gr. *Mașina minieră FM-200 H pentru forat suitori*, nr. 6, p. 301.

Păsărin, C., Mureșanu, V. și Ștefan, A. *Considerații privind folosirea utilajelor de carieră*, nr. 1, p.15.

Peligrad, N. *Acționări diesel-hidraulice și electrohidraulice în utilajul petrolier*, nr. 4, p. 213.

Someșan, C. *Alegerea dimensiunilor optime ale spațiului de lucru pentru mașina de încărcat MIS-1 P*, nr.1, p. 43.

Szemeti, L. *Folosirea cărucioarelor de perforare Tamrock la săparea galeriilor de la hidrocentrala Lotru*, nr. 2, p. 93.

PROBLEME DE TEHNICA SECURITĂȚII ȘI IGIENA MUNCII IN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ

Coculescu. M. *Preocupări privind realizarea unui aparat modern pentru determinarea concentrațiilor de praf respirabil*, nr. 1, p. 38.

Ionescu, D. *Folosirea lămpii de siguranță cu benzină, tip SADU 3 ca detector de gaze*, nr. 2, p. 90.

Niță, S. *Cercetări și rezultatele obținute în prevenirea și combaterea focurilor de mină*, nr. 7, p. 351.

Păsculescu, M. și Nguyen Quoc Khanh. *Utilizarea instalației BVK-PUE la încercarea echipamentului electric cu siguranță intrinsecă*, nr. 3, p. 131.

COMBATEREA POLUĂRII MEDIULUI INCONJURĂTOR

Becleanu, I. și Țiplea, B. *Optimizarea calității utilajelor — condiție pentru realizarea sarcinilor de producție a industriei miniere*, nr. 3, p. 140.

CONDUCEREA ȘI ORGANIZAREA ACTIVITĂȚII ÎN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ

Grama, C. și Mănescu. M. *Posibilități de programare, pregătire și urmărire a producției în întreprinderile de prospecțiuni și explorări geologice folosind echipament automatizat*, nr. 7 p. 356.

Zorilescu, D. *Modele de optimizare a unor capacități de transport în subteran — aplicație a teoriei firelor de așteptare și statistici matematice*, nr. 5, p. 232.

PROBLEME DE CONJUNCTURĂ ECONOMICĂ ȘI PROGNOZĂ

Almășan, B. *Dezvoltarea industriei de petrol și gaze din România* nr. 4, p. 158.

Gabrian, V. *Realizări și preocupări de viitor în activitatea Centralei minereurilor și metalurgiei neferoase Baia Mare*, nr. 8, p. 376.

Ianoș, M. și Zorilescu, D. *Studiul statistic al zăcămintelor privind prognoza rezervelor în zone noi și al rezervelor optime de explorare cu aplicație la hidrocarburi*, nr. 2, p. 56.

Ilie, P. *Realizări și orientări în cercetarea și proiectarea minieră și metalurgică*, nr. 8, p. 381.

Lăpușcă, A. *Preocupări pentru dezvoltarea mineritului în cadrul Centralei minereurilor Deva*, nr. 8, p. 373.

Ogîrlaci, V. *Un amplu program de dezvoltare a industriei carbonifere din țara noastră*, nr. 10, p. 469.

Panaitescu, Al. *Despre resursele mondiale de energie*, nr. 7, p. 359.

DIVERSE

Andronescu Anișoara și Ene Iulian. *Unele aspecte ale geochimiei uraniului în granite*, nr. 12, p. 588

Bălan, M. și Geangălă, I. *Considerații privind criteriile de comparare și selecția agregatelor gazomotocompresoare* (I), nr. 6 p. 291.

Bălan, M. și Geangălă, I. *Considerații privind criteriile de comparare și selecția agregatelor gazomotocompresoare* (II) nr. 7, p. 326.

Biriescu, Al. *Propuneri asupra unui procedeu de calcul al deviației (incertitudinii) cantității rezervelor și util, conținut în zăcămintele de substanțe minerale solide*, nr. 9, p. 457.

Irimieș, I., Szekely, L. și Florea, P. *Suporturi granulare pentru pesticide realizate de substanțele nemetalifere românești*, nr. 10, p. 503.

Mărculescu, M., Despa, Șt. și Bratu Rodica. *Unele considerații privind fracționarea reformatelor, în vederea producerii de hidrocarburi aromatice C_6—C_8*, nr. 4, p. 203.

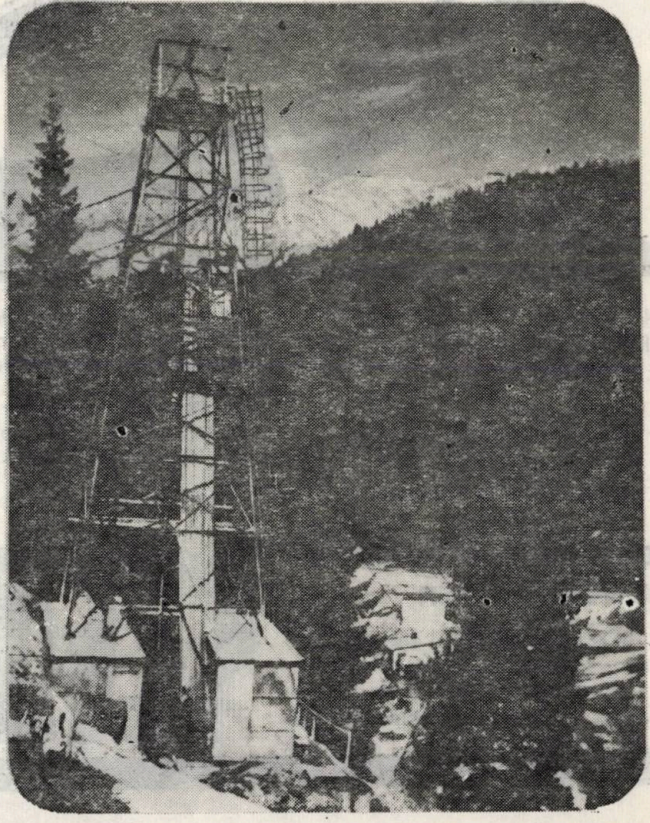
Tulliu, D. și Nițulescu, I. *Considerații privind valorficarea cenușilor de termocentrală din România*, nr. 8, p. 391.

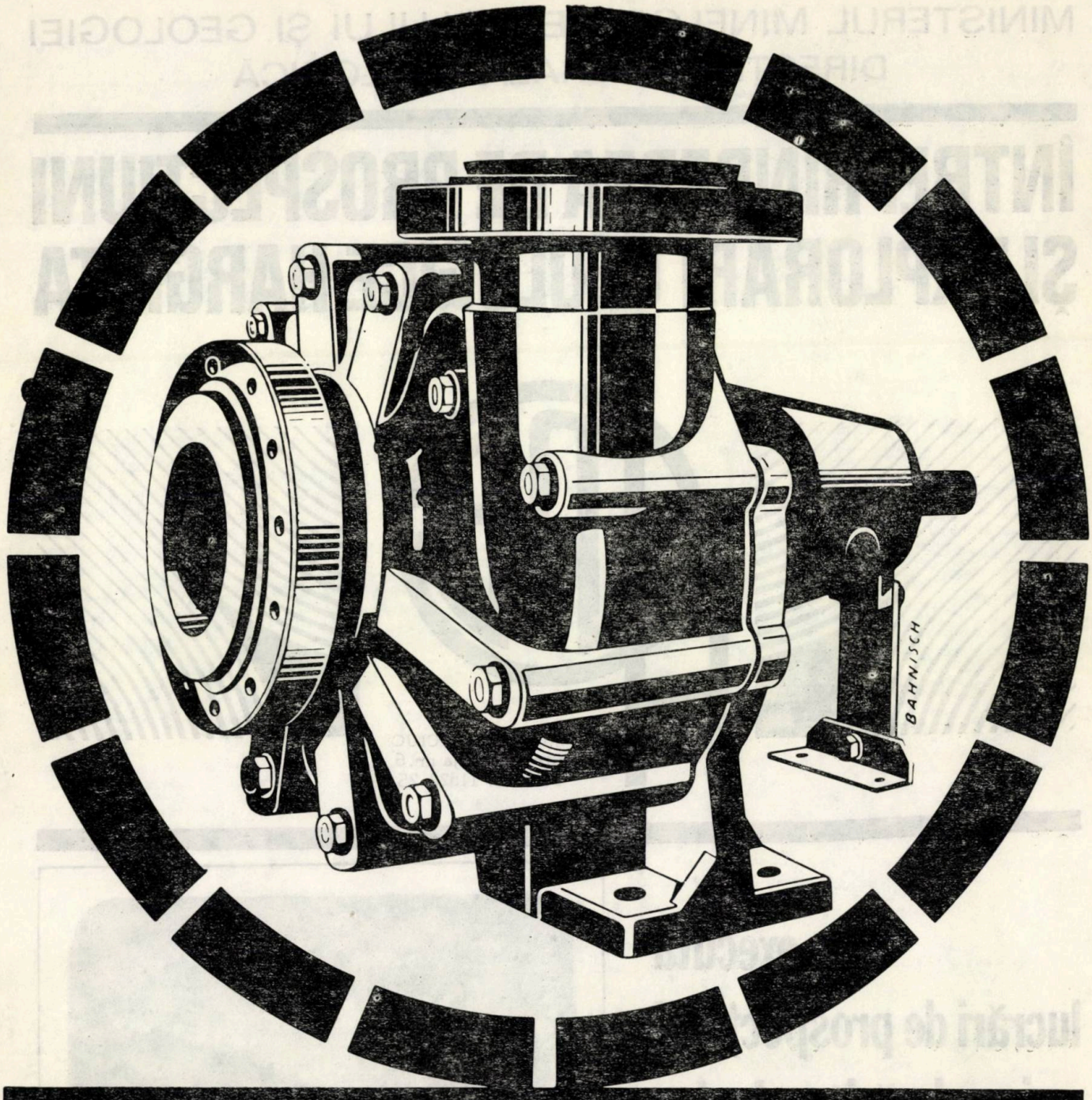
MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI
DIRECŢIA GENERALĂ GEOLOGICĂ

ÎNTREPRINDEREA DE PROSPECŢIUNI ŞI EXPLORĂRI GEOLOGICE HARGHITA

MIERCUREA CIUC
Str. Gh. Doja nr. 6
Telefon: 11822-25

execută
lucrări de prospecţiuni
şi explorări geologice
pe teritoriul judeţelor
HARGHITA
MUREŞ
COVASNA





RĂŞINI EPOXID PENTRU POMPE CENTRIFUGE CU UTILIZARE ÎN DOMENIUL CHIMIEI

Clienţii pretenţioşi solicită materiale cu calităţi funcţionale ridicate.
Răşina epoxid răspunde cerinţelor.

Durata de funcţionare de 4—6 ori mai mare decît a pompelor din materiale metalice, iar faţă de celelalte materiale o funcţionare pînă la 25 000 ore. Acestea sînt rezultatele unor ani îndelungaţi de cercetare şi dezvoltare, care au fost transpuse în practică.

Livrăm pompe centrifuge din răşini epoxid pentru transportul pînă la 90 m al acizilor, bazelor şi mediilor corozive, cu o capacitate între 3-400 m³/h.

Vă acordăm cu plăcere consultaţii în toate problemele privind aceste pompe. Solicitaţi broşura noastră „Pompe centrifuge cu utilizare în domeniul chimiei".

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER

Vizitaţi-ne la tîrgul de la Leipzig - Ediţia de primăvară 1976 - complexul expoziţional, pavilion 4.11 şi platforma 4,63

Exportator :
TechnoCommerz GmbH

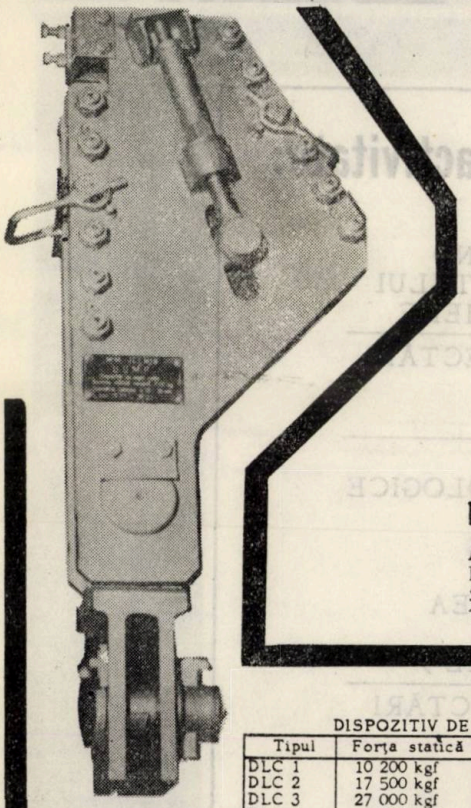
DDR-108 Berlin-Johannes Dieckmann str. nr. 11 - 13
Deutsche Demokratische Republik

PUBLICOM

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ȘI GEOLOGIEI

CENTRALA CĂRBUNELUI PETROȘANI

Întreprinderea de utilaj minier Petroşani



produce
utilaje
de mare tehnicitate
pentru
minele de carbuni:

- Grinzi păşitoare pentru tavan artificial şi natural
- Complexe de mecanizare pentru abataje cameră
- Stîlpi hidraulici cu pompă centrală tip SVJ 80 - 315 cm
- Stîlpi hidraulici cu pompă individuală tip SPI 3÷5
- Agregat central hidraulic tip ACH 40/200
- Alte elemente hidraulice pentru subteran
- Grindă de susţinere articulată cu deschideri de 1250; 1400; 1600 mm
- Transportoare blindate pentru abataje
- Maşină hidraulică de forat suitori tip MFH - 45
- Elemente de semnalizare şi automatizare în subteran
- Instalaţii pentru săparea puţurilor şi galeriilor
- Utilaje pentru transport pe verticală (vase de extracţie, dispozitive de legat cablu, molete)
- Piese de schimb pentru utilaje miniere şi instalaţii de preparare

ADRESA:
Petroşani
Str. Republicii nr. 1
Telefon 42 820

DISPOZITIV DE LEGAT CABLU

Tipul	Forţa statică	d cablu	Greutate
DLC 1	10 200 kgf	26 - 35 mm	200 kg
DLC 2	17 500 kgf	36 - 45 mm	316 kg
DLC 3	27 000 kgf	46 - 55 mm	680 kg
DLC 4	5 000 kgf	21 - 24 mm	
DLC 5	7 000 kgf	25 - 28 mm	

MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

ICPML
CRAIOVA

INSTITUTUL DE CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI MINIERE PENTRU LIGNIT–CRAIOVA

are ca obiect de activitate:

EFECTUAREA
DE CERCETĂRI PRIVIND
EXPLOATAREA LIGNITULUI
ÎN SUBTERAN ŞI CARIERE

CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI
PRIVIND LUCRĂRILE
HIDROGEOLOGICE

ELABORAREA
DE PROIECTE TEHNOLOGICE
ŞI DOCUMENTAŢII
TEHNICO ECONOMICE
DE INVESTIŢII
PENTRU EXPLOATAREA
LIGNITULUI
(SUBTERAN, CARIERE)

CERCETĂRI ŞI PROIECTĂRI
DE UTILAJE MINIERE
PENTRU LIGNIT

ADRESA : Craiova, Calea Unirii nr.139, telefon 34 985